

VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ – TECHNICKÁ
UNIVERZITA OSTRAVA

Fakulta strojní

Institut dopravy

Porovnání požadavků na výkonnost brzdy vlaků
u dopravců

Comparison of Requirements for Braking Performance
of Trains by Carriers

Student:

David Firek

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Jaromír Široký, Ph.D.

Ostrava 2016

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Institut dopravy

Zadání bakalářské práce

Student: **David Firek**
Studijní program: **B2341 Strojírenství**
Studijní obor: **2301R003 Dopravní technika a technologie**
Téma: **Porovnání požadavků na výkonnost brzdy vlaků u dopravců**
Comparison of Requirements for Braking Performance of Trains by Carriers
Jazyk vypracování: **čeština**

Zásady pro vypracování:

1. Úvod.
2. Analýza požadavků na výkonnost brzdy vlaku v provozu na dopravní cestě.
3. Porovnání požadavků na výkonnost brzdy vlaku vybraných dopravců a provozovatelů dopravní cesty.
3. Návrh postupu výpočtu výkonnosti brzdy vlaku v provozu.
4. Návrh provozních pomůcek pro výpočet a hodnocení výkonnosti brzdy vlaku v provozu.
5. Provozně technické hodnocení návrhu řešení.

Seznam doporučené odborné literatury:

Široký, J. Mechanika v dopravě II. Příklady. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava. 2006.
Široký, J. Mechanika v dopravě I. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava. 2006.
Předpis SŽDC D1 Dopravní předpis. [online: www.szdc.cz]
Předpis ČD V15/I Předpis pro provoz a obsluhu brzdových zařízení železničních kolejových vozidel ČD
Předpis ČD Cargo KVs3-B-2010 Provoz a obsluha brzdových zařízení železničních kolejových vozidel
Podklady dopravců
Podklady provozovatelů dopravní cesty

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

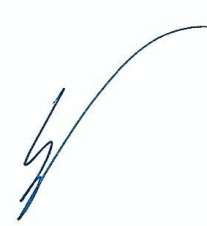
Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Jaromír Široký, Ph.D.**

Datum zadání: 11.12.2015

Datum odevzdání: 16.05.2016



doc. Ing. Aleš Slíva, Ph.D.
vedoucí katedry


doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě 16. 5. 2016

.....

Podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že bakalářská práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě dne 16. 5. 2016

.....

Podpis

Jméno a příjmení autora práce: David Firek

Adresa trvalého pobytu autora práce: Františka Hajdy 26/1238 Ostrava-Hrabůvka

Anotace bakalářské práce

Cílem analytické části práce je porovnat požadavky na výkonnost brzd vlaku v provozu z pohledu správců železničních dopravních cest a z pohledu dopravců provozujících dopravu na území České republiky, např. porovnání požadavků na řazení vozidel do vlaků. V praktické části je cílem práce, navrhnout postup výpočtu výkonnosti brzdy vlaku v provozu a vytvoření pomůcky pro zjednodušení a urychlení výpočtu výkonnosti brzdy vlaku v provozu.

Klíčová slova

Výkonnost brzdy, Železniční doprava, Sestava vlaku

Annotation to the bachelor thesis

The objective of this document in its analytic part is to compare the requirements for braking performance in the practice between the Railways Infrastructures Administrators and to compare it between carriers who are keeping railway transportation in the Czech Republic. For example the requirements for assembling the vehicles in to the trains. The first target of the practical part is propose the process of the calculation of the braking performance in the practice. The second target is to create calculation tool which will make calculation of the braking performance in the practice easier and faster.

Key words

Braking performance, Rail transport, Train composition

Poděkování

Na tomto místě bych rád poděkoval vedoucímu mé bakalářské práce

Ing. Jaromírovi Širokému, Ph.D. za odbornou pomoc a konzultaci při řešení této práce.

Obsah

1 Úvod	10
2 Analýza požadavků na výkonnost brzdy vlaku v provozu na dopravní cestě	11
2.1 Analýza obecných ustanovení	11
2.2 Zkoušky brzdy a zpráva o brzdění	12
2.3 Určení brzdícího účinku vlaku	14
2.4 Porovnání ostatních požadavků a vyhodnocení	15
3 Porovnání požadavků na výkonnost brzdy vlaku vybraných dopravců a provozovatelů dopravní cesty	19
3.1 Rozdělení brzd železničních vozidel	19
3.2 Vysvětlivky pojmů týkající se činnosti brzd	20
3.3 Princip a funkce brzd železničních vozidel	24
3.4 Analýza požadavků na brzdové zařízení z hlediska uživatelů železniční dopravní cesty	28
3.4.1 Představení jednotlivých uživatelů železniční dopravní cesty	28
3.4.2 Analýza obecných ustanovení	30
3.4.3 Technologie brzdění hnacích vozidel	32
3.4.4 Technologie brzdění vlaků osobní dopravy	33
3.4.5 Technologie brzdění vlaků nákladní dopravy	40
3.4.6 Technologie řazení vlaků nákladní dopravy	43
3.4.7 Provoz s ručními brzdami	49
4 Návrh postupu výpočty výkonnosti brzdy vlaku v provozu	56
4.1 Obecná ustanovení	56
4.2 Postup určení výkonnosti brzdy vlaku v provozu	58
4.3 Postup výpočtu výkonnosti brzdy vlaku v provozu	60
5 Návrh pomůcky pro výpočet výkonnosti brzdy vlaku v provozu	63
6 Provozně technické hodnocení návrhu řešení	69
7 Závěr	70
8 Použitá literatura	72

Seznam tabulek

Tab. 1: Hodnoty součinitele kappa pro daný způsob brzdění a vlak dané délky.	15
Tab. 2: Přehled rozdílů v požadavcích na výkonnost brzdy mezi SŽDC a ŽSR.	18
Tab. 3: Přehled dob plnění a dob vyprazdňování pro jednotlivé režimy brzdění.	21
Tab. 4: Typy brzd, kterými mohou být doplněny režimy brzdění.	21
Tab. 5: Funkční stavy nepřímochinné tlakové brzdy.	27
Tab. 6: Stav průb. brzdy nečinného nebo neobsazeného HV.	33
Tab. 7: Maximální délky vlaků dle vnitřních předpisů dopravců.	34
Tab. 8: Započítávání vozidel do délky vlaku nákladní a osobní dopravy.	34
Tab. 9: Zařazování brzd do vlaků osobní dopravy dle Arriva.	35
Tab. 10: Závislost režimu brzdění na stanovené rychlosti dle vnitřního předpisu Českých drah.	36
Tab. 11: Zařazování brzd do vlaků osobní dopravy dle Českých drah.	39
Tab. 12: Přehled situací, kdy je průb brzda vozidla vypnutá.	39
Tab. 13: Maximální délky vlaků dle vnitřních předpisů dopravců.	40
Tab. 14: Závislost způsobu brzdění vlaku na stanovené rychlosti vlaku dle Českých drah.	41
Tab. 15: Závislost režimu brzdění vlaku nákladní dopravy na dopravní hmotnosti vlaku dle Arriva.	41
Tab. 16: Přehled řazení nákladních vlaků dle požadavků společnosti České dráhy.	46
Tab. 17: Podmínky pro řazení brzd do vlaků nákladní dopravy dle ČD Cargo.	47
Tab. 18: Řazení vlaků nákladní dopravy v závislosti na dopravní hmotnosti dle předpisů AWT.	49
Tab. 19: Předepsaná brzdicí procenta ručních brzd v závislosti na sklonu tratě pro společnost ČD Cargo.	50
Tab. 20: Předepsaná brzdicí procenta ručních brzd v závislosti na sklonu tratě pro společnost České dráhy.	52
Tab. 21: Hodnoty korekčního součinitele κ pro jednotlivé druhy vlaků, délky vlaků a způsoby brzdění.	57
Tab. 22: Zjednodušený výkaz vozidel.	61

Seznam obrázků

Obr. 1: Grafické znázornění součinitele kappa pro daný způsob brzdění a délku vlaku.	14
Obr. 2: Dělení železničních brzd.	19
Obr. 3: Zjednodušené schéma samočinné pneumatické průběžné brzdy vlaku.	26
Obr. 4: Tlakový diagram brzdy.	27
Obr. 5: Příklad výkazu vozidel pro nákladní vlak podle ČD Cargo.	59
Obr. 6: Příklad zprávy o brzdění podle ČD Cargo.	60
Obr. 7: Tabulka brzdících procent.	62
Obr. 8: Ukázka pomůcky pro výpočet výkonnosti brzdy (Kancelářská verze).	64
Obr. 9.1: Příklad doplnění listu „Terén 1“ (Terénní verze).	65
Obr. 9.2: Příklad doplnění listu „Terén 1“ (Terénní verze).	66
Obr. 10.1: Výsledný list „Zpráva o brzdění“ (Terénní verze).	66
Obr. 10.2: Výsledný list „Zpráva o brzdění“ (Terénní verze).	67
Obr. 11.1: Vizualizace první části terénní verze pomůcky na tabletu se systémem Android.	68
Obr. 11.2: Vizualizace druhé části terénní verze pomůcky na tabletu se systémem Android.	68

Seznam použitých zkratk

HV – hnací vozidlo

HP – hlavní potrubí vlaku

SŽDC – Správa železniční dopravní cesty s. o.

ZOB – zpráva o brzdění

TJŘ – traťový jízdní řád

OOR – železniční opravny nebo jiné podniky opravující železniční vozidla

ŽSR – Železnice slovenské republiky

ŽDP – železniční dopravní podnik

1 Úvod

Již je to přes dvě stě let, kdy člověk zkonstruoval a vyrobil první parní lokomotivu. Stroj, který ve svých začátcích budil hrůzu svou mohutností a rychlostí. Bylo by nejspíš velice úsměvné, vidět uchvácené davy lidí, sledující jízdu první parní lokomotivy, která potřebovala na zdolání šestnácti kilometrové vzdálenosti čtyři hodiny, jak by reagovaly v dnešní době rychlovlaků, které se po tratích celého světa prohánějí rychlostmi, o kterých se tehdy nezdálo ani těm největším snílům. Stejně, jak se postupně zvyšovala rychlost a síla hnacích vozidel, rostly také požadavky na výkonnost brzdy železničních vozidel.

V dobách, kdy byla železnice ještě v plenkách, byly vlaky brzděny pouze lokomotivou. Brzdění bylo realizováno buďto párou nebo mechanickou ruční brzdou. Ovšem tento způsob přestával s narůstajícími délkami a hmotnostmi vlaků stačit, a tak byly mechanickými brzdami s dubovými nebo litinovými špalíky vybaveny i některé vozy vlaku, které byly ovládány brzdařem přímo na plošině vozu. Pokrok ovšem nelze zastavit stejně tak, jako potřebu přepravy stále větších nákladů za stále kratší čas, a tak byli časem brzdaři nahrazeni zařízením, které umožňovalo brzdění celého vlaku z jednoho stanoviště. Toto zařízení nazýváme samočinnou průběžnou brzdou vlaku. Tato brzda se postupem let zdokonalovala přes provazcovou brzdu a sací brzdu až do podoby tlakové brzdy, která je používána v současnosti. Tato tematika mě zaujala natolik, že jsem si ji zvolil jako téma své bakalářské práce.

Tak jak se státy v průběhu let vyvíjely jinými směry, tak se začaly postupem času, ať už více či méně, odlišovat také požadavky na řazení brzd do vlaků a výpočty výkonností brzd. Porovnání těchto požadavků na území České republiky a Slovenské republiky je prvním bodem mé bakalářské práce. Stejně se s narůstajícím množstvím dopravců na území České republiky začaly lišit také vnitřní předpisy jednotlivých dopravců, týkající se brzdových zařízení. Porovnat požadavky dopravců na brzdová zařízení a na řazení těchto zařízení do vlaků je druhým bodem této práce. Třetím cílem této práce je návrh a algoritmizace postupu výpočtu výkonnosti brzdy v provozu. V dnešní době, kdy rostou požadavky výrobních závodů na co nejrychlejší dopravu, ať už surovin nebo výrobků v co nejkratším čase, je potřeba co nejvíce urychlit doby sestavování a samotného stání vlaků v nácestných a výchozích stanicích. Z tohoto důvodu byl do této bakalářské práce zařazen čtvrtý a poslední bod, zabývající se návrhem a vytvořením pomůcky sloužící k zjednodušení a urychlení výpočtu brzdy vlaku v provozu.

2 Analýza požadavků na výkonost brzdy vlaku v provozu na dopravní cestě

Tato kapitola se zabývá analýzou požadavků na výkonost brzdy v provozu na dopravní cestě na území České a Slovenské republiky. Pro analýzu požadavků na území České republiky byly použity předpisy Správy železniční dopravní cesty s. o. (dále jen SŽDC), a to předpisy D1 a vyhláška 173. Pro analýzu požadavků na území Slovenské republiky byl použit předpis Železnic slovenské republiky (dále jen ŽSR), a to předpis Z1. Částečné znění předpisů a rozdíly mezi nimi jsou popsány v následujících podkapitolách.

2.1 Analýza obecných ustanovení

Jak pro tratě spravované SŽDC tak i pro tratě ŽSR platí, že pokud je stanovená rychlost vlaku vyšší než 40 km/h, musí být vlak brzděn samočinnou průběžnou brzdou, pro provoz na tratích SŽDC je tato podmínka rozšířena o podmínku, kdy brzdění vlaku musí mít takový brzdící účinek, aby bylo zajištěno jeho bezpečné zastavení na zábrzdnu vzdálenost.[5,8]

Dle předpisu Z1 platí, že každé vozidlo vlaku musí být připojeno do průběžné brzdy. První a poslední vozidlo vlaku, včetně hnacích vozidel, musí mít průběžnou brzdu v činnosti. Uvnitř vlaku se mohou v nutných případech (např. z důvodu poruchy) ponechat také vozidla s vypnutou průběžnou brzdou. Dojde-li k rozpojení vlaku, musí být rozpojené části vlaku automaticky zabrzděny samočinným působením průběžné brzdy. Případné odchylky pro traťové stroje stanovují konkrétní předpisy.

Z předpisu Z1 dále vyplývá, že každé vozidlo vlaku musí mít funkční hlavní potrubí. V případě poruchy nebo nepoužitelnosti hlavního potrubí musí být vozidlo vybaveno přenosným potrubím. Pokud se posunuje s obsazenými drážními vozidly, musí být daný posunovací díl vybaven průběžnou brzdou. Při posunu neobsazených drážních vozidel, která nejsou vybavena průběžnými brzdami, musí být na začátku a konci posunované skupiny zařazeno obsazené hnací vozidlo a podle potřeby i další vozidla se samočinnou průběžnou brzdou, tak aby bylo možno tuto skupinu vozidel zabrzdit i při roztržení vlaku. Rychlost takového vlaku smí být nejvýše 40 km/h.

Z předpisu D1 vyplývá podmínka, kdy musí být všechna vozidla připojena do hlavního potrubí vlaku také, ovšem s výjimkou nezavěšeného postrku.

Dle vyhlášky 173 platí, že drážní vozidla (výjimku tvoří některá vozidla speciální) musí být vybavena brzdovým zařízením. Brzdou drážních vozidel musí být zajištěn takový brzdící účinek, aby drážní vozidla s nejvyšší hmotností zastavila z dovolené rychlosti na zábrzdnou vzdálenost tratě, na které jsou provozována. Ovládání jednoho systému brzdy nesmí být vázáno na ovládání ostatních systémů brzd.

Dalším požadavkem na vozidla, který vyplývá z vyhlášky 173, je požadavek na průběžnou brzdu, která musí být samočinná, aby se dala ovládat ze stanoviště osoby řídící drážní vozidlo a uvést do činnosti jako záchranná brzda, a to:

- při přerušení jejího vedení,
- vlakovým zabezpečovačem, pokud jím je vozidlo vybaveno,
- z jednotlivých oddílů nebo z chodby vozidel určených k přepravě cestujících,
- ze stanoviště brzdaře u nákladních vozů, které jsou opatřeny kohoutem záchranné brzdy,
- z poštovních vozů, služebních vozů, ze stanoviště osoby řídící drážní vozidlo a ze služebního oddílu doprovodu vlaku.

Zařízení, která jsou určena k použití záchranné brzdy u všech vozidel pro přepravu cestujících, musí být opatřena plombou.

Dále dle vyhlášky 173 platí, že postupy pro zajištění vlaku v případě poruchy musí být takové, aby mohl být vlak v takovém případě zajištěn proti ujetí i na nejnepříznivějším spádu pojížděného traťového úseku. Tyto postupy a způsoby jsou dále stanoveny dopravcem jeho vnitřním předpisem.

2.2 Zkouška brzdy a zpráva o brzdění

Jak v provozu na trati pod správou SŽDC, tak na tratích pod správou ŽSR platí, že činnost průběžné brzdy musí být před odjezdem z výchozí dopravní ověřena zkouškou brzdy. Dle

vyhlášky 173, platí na tratích pod správou SŽDC následující podmínka, kdy se zkouška průběžné brzdy vykoná také v jiné dopravně, když:

- dojde ke změně stanoviště, ze kterého se vlak řídí, s výjimkou vlaků, které jsou provozovány jako samostatná ucelená jednotka,
- byl vlak rozpojen, s výjimkou odvěšení vozidel na konci vlaku,
- bylo na vlak přivěšeno další drážní vozidlo s propojeným průb. potrubím.

O provedené zkoušce brzdy se provede zápis. Pro vlaky, které jsou v provozu na tratích spravovaných SŽDC, se zkouška brzdy provádí u vlaků mimořádných, mezinárodních Eurocity, mezinárodních Intercity, mezinárodních expresních vlaků rychlíků, mezinárodních nákladních expresních vlaků, vnitrostátních spěšných a osobních vlaků, nákladních vlaků a u soupravových vlaků. Dle vyhlášky 173 zápis obsahuje:

- číslo vlaku a název dopravní, kde byla zkouška brzdy provedena, a datum provedení zkoušky,
- režim brzdění,
- hmotnost, brzdící váha a počet náprav vlaku, popř. délka vlaku,
- požadovaná brzdící procenta,
- skutečná brzdící procenta,
- podpisy odborně způsobilých osob, které zkoušku provedly, u ručně zpracovaného zápisu.

Pro provoz na dráze, která je spravována ŽSR platí, že o vykonání zkoušky brzdy musí být proveden zápis, tzv. Správa o brzdění, popř. záznam v řídicím systému vozidla, ve kterém musí být uvedeno:

- režim brzdění,
- číslo vlaku, čas vykonání zkoušky a název dopravní, ve kterém byla zkouška brzdy vykonána,
- hmotnost vozidel, brzdící hmotnost a počet dvojkolí vlaku, popř. délka vlaku,
- počet a druh brzd zapojených do vlaku,
- požadované brzdící procenta,
- skutečné brzdící procenta,
- čísla vozů, na kterých byla vyzkoušena zajišťovací brzda,
- čísla vozů s vypnutou samočinnou tlakovou brzdou,
- čas ukončení úplné zkoušky brzdy,

- podpisy určených osob, které úplnou zkoušku brzdy vykonaly.

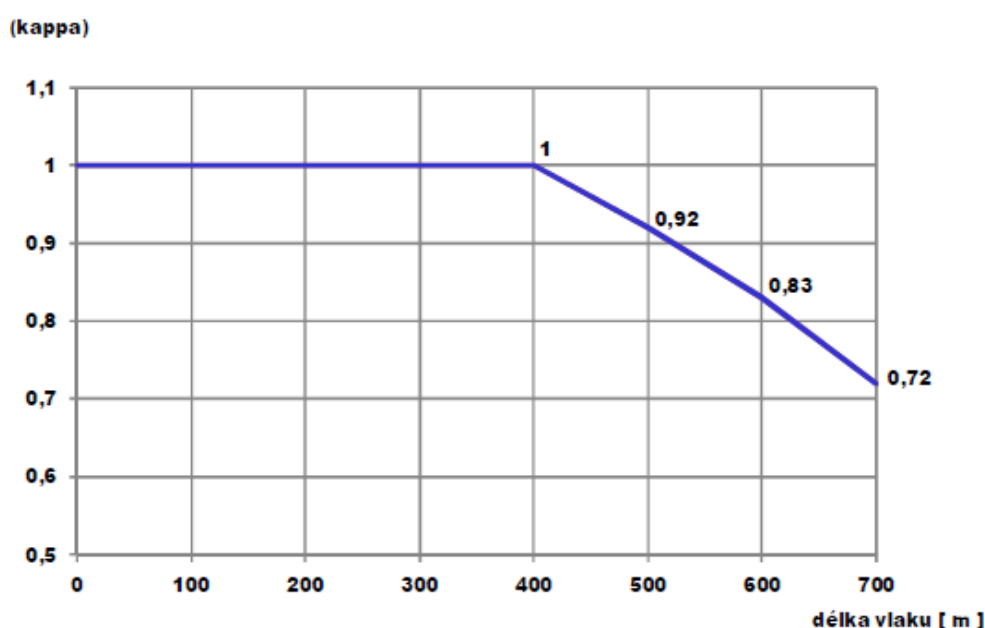
Dále z předpisu Z1 vyplývá, že zápis o zkoušce brzdy se nevykonává u ucelených jednotek a hnacích vozidel, které mají v činnosti zařízení pro automatické vykonání zkoušky brzdy vlaku (jednotky) se záznamovým zařízením.

2.3 Určení brzdícího účinku vlaku

Dle vyhlášky 173 platí, že brzdící účinek vlaku určíme pomocí brzdících procent. Požadovaný brzdící účinek vlaku, vyjádřený brzdícím procentem vlaku, stanovíme z tabulek brzdících procent pro dráhu regionální nebo celostátní v závislosti na jeho dovolené rychlosti, druhu, délce, na rozhodném spádu tratě a na zábrzdne vzdálenosti na této trati. Skutečné brzdící procenta vlaku se vypočtou z následujícího vzorce:

$$\text{Skutečná brzdící procenta} = \kappa * \frac{\text{Celková brzdící váha vlaku}}{\text{Celková hmotnost vlaku}} * 100 [\%] \quad (2.3)$$

Kde korekční součinitel κ zohledňuje délku vlaku. Příklad hodnot korekčního součinitele a jeho grafické znázornění pro vlak osobní dopravy do délky vlaku 700 metrů brzděný I. způsobem brzdění nabízí graf na obrázku Obr. 1 a tabulka hodnot Tab. 1.



Obr. 1: Grafické znázornění součinitele κ pro daný způsob brzdění a délku vlaku.[5]

Tab. 1: Hodnoty součinitele kappa pro daný způsob brzdění a vlak dané délky.[5]

koeficient κ (kappa)	délka vlaku [m]
1,000	do 400
0,984	401-420
0,968	421-440
0,952	441-460
0,963	461-480
0,920	481-500
0,902	501-520
0,884	521-540
0,866	541-560
0,848	561-580
0,830	581-600
0,808	601-620
0,786	621-640
0,764	641-660
0,742	661-680
0,720	681-700

Dle předpisu D1 platí, že délka vlaku se do informačních systémů udává vždy i s činnými hnacími vozidly (včetně nezavěšeného postrku), a to v metrech.

Dále platí, že skutečná brzdící procenta vlaku musí být rovna nebo vyšší požadovaným brzdícím procentům, které vycházejí z tabulek brzdících procent a které jsou uvedeny v jízdním řádu jak pro konkrétní vlaky, tak pro traťové úseky, popřípadě jsou uvedeny v jiném dokumentu provozovatele dráhy (např. v elektronické depeši).

Potřebná brzdící procenta se určují podle těchto zásad:

- pro jízdu vlaku po rovině nebo po spádu se potřebná brzdící procenta určují pro příslušnou zábrzdnou vzdálenost, předepsaný režim brzdění, stanovenou rychlost a rozhodný spád,
- pro jízdu do stoupání se použije hodnota potřebných brzdících procent jako pro jízdu zpět po spádu rychlosti 30 km/h, je-li větší než brzdící procenta pro stanovenou rychlost a vodorovnou trať, jinak se jízda do stoupání považuje za jízdu po rovině. Pro všechny vlaky, jejichž stanovená rychlost je menší než 30 km/h se tato menší rychlost uvažuje i pro případnou jízdu zpět po spádu,
- pro vlak, jehož stanovená rychlost je vyšší než 120 km/h a jehož brzdící účinek není dostatečný pro dodržení zábrzdné vzdálenosti na příslušné trati, je možno jeho zábrzdnou dráhu rozložit do dvou za sebou následujících zábrzdných vzdáleností. Potřebná brzdící procenta jsou v tomto případě určena z rychlosti o 20 km/h nižší,

než je stanovená rychlost, nejméně však ze 120 km/h. Je-li vlak dostatečně brzděn pro tuto rychlost, postačuje to pro snížení jeho rychlosti ze stanovené rychlosti o 20 km/h v předposlední zábrzdne vzdálenosti,

- pro vlak, jehož stanovená rychlost je vyšší než 120 km/h, musí být ve sloupci 8 jeho traťového jízdního řádu uvedeny dvě hodnoty potřebných brzdících procent:
 - horní hodnota odpovídá stanovené rychlosti vlaku. Jsou-li skutečná brzdící procenta vlaku vyšší nebo rovna této hodnotě, nemusí se zábrzdná dráha vlaku rozkládat do dvou za sebou následujících zábrzdných vzdáleností a rychločinným brzděním vlak zastaví na jedné zábrzdne vzdálenosti,
 - dolní hodnota odpovídá rychlosti, která je o 20 km/h nižší, než stanovená rychlost vlaku, nejméně však rychlosti 120 km/h. Nedosahují-li skutečná brzdící procenta vlaku horní hodnoty, ale jsou vyšší nebo rovna dolní hodnotě předepsaných brzdících procent, musí strojvedoucí respektovat rozložení zábrzdné dráhy do dvou za sebou následujících vzdáleností a podle toho upravit rychlost jízdy vlaku,
- je-li stanovená rychlost vlaku osobní dopravy tak nízká, že pro ni v příslušné tabulce brzdících procent nejsou uvedeny žádné hodnoty, uvažují se hodnoty pro nejnižší rychlost, uvedenou v příslušné tabulce,
- na tratích se zábrzdnou vzdáleností 1000 metrů nebo 700 metrů a rozhodným spádem větším než 25‰ se potřebná brzdící procenta určí podle odpovídající tabulky pro zábrzdnou vzdálenost 400 metrů (vzhledem k délce vlaku a způsobu brzdění).

Pokud se jedná o trať, na které je hodnota spádu větší než 40 ‰, o vlečku nebo o dráhu úzkého rozchodu, stanoví se požadovaný brzdící účinek vlaku v závislosti na spádu a dovolené rychlosti pokynem provozovatele dráhy.

Předpis D1 dále udává podmínku, ze které vyplývá, že každý vlak musí být brzděn samočinnou průběžnou brzdou. K zajištění dostatečného brzdícího účinku, který je potřebný pro bezpečné zastavení vlaku na zábrzdnou vzdálenost musí jak účinek brzd, tak i způsob brzdění odpovídat trať. poměrům, druhu vlaku, sestavě vlaku, jeho stanovené rychlosti a zatížení. Skutečná brzdná dráha může být:

- rozložena do dvou po sobě následujících zábrzdných vzdáleností,
- pro vlaky, které jedou pod plným dohledem ETCS, rozložena do dvou i více po sobě následujících zábrzdných vzdáleností.

Z předpisu Z1 vyplývá, že při stanovení potřebných brzdících procent vlaku se do délky vlaku nezapočítávají činná hnací vozidla kromě elektrických a motorových vozů a jednotek. Potřebná brzdící procenta se pro jízdu vlaku určují pro příslušnou zábrzdnou vzdálenost,

předepsaný režim brzdění, stanovenou rychlost a stanovenou soupravu vozidel (délku vlaku) podle následujících podmínek:

- pro jízdu vlaku po rovině nebo ze spádu se určují podle tabulek brzdících procent,
- pro jízdu do stoupání se použije hodnota potřebných brzdících procent jako pro jízdu zpět po spádu rychlosti 30 km/h, je-li větší než brzdící procenta pro stanovenou rychlost a vodorovnou trať, jinak se jízda do stoupání považuje za jízdu po rovině. Pro všechny vlaky, jejichž stanovená rychlost je menší než 30 km/h se tato menší rychlost uvažuje i pro případnou jízdu zpět po spádu,
- je-li stanovená rychlost vlaku osobní dopravy tak nízká, že pro ni v příslušné tabulce brzdících procent nejsou uvedeny žádné hodnoty, uvažují se hodnoty pro nejnižší rychlost. Hodnoty se porovnají s hodnotami brzdících procent pro stanovenou rychlost a nejbližší vyšší počet náprav (délku soupravy vlaku), stejně jako pro stanovenou rychlost a nejbližší kratší zábrzdnou vzdálenost. Jako skutečná potřebná hodnota brzdících procent uvažujeme nejmenší ze zjištěných hodnot,
- pro vlak, který je tvořen pravidelně pouze ze samostatného motorového, vozu, elektrického vozu nebo ze spojených motorových vozů a jednotek a pro ucelenou soupravu se nesmí určit vyšší potřebné brzdící procenta, než jakých dosahuje maximálně obsazený motorový nebo elektrický vůz plánované řady. Pokud je v hlavičce traťového tabelárního řádu uvedeno několik různých řad elektrických a motorových vozů nebo jednotek, vždy se použije údaj pro nejméně brzděný vůz nebo jednotku.

U všech vlaků se potřebné brzdící procenta stanovují pro příslušný režim brzdění. Potřebná brzdící procenta se pro každý vlak musí uvést v jeho jízdním řádu. Vlak je dostatečně brzděný, když jeho skutečné brzdící procento kryje předepsanou výměnu brzdících procent pro příslušný úsek. Pokud nebylo možné dosáhnout předepsanou výměru brzdících procent, vykoná taková opatření, aby jich dosáhl, nebo určí sníženou rychlost dopravy vlaku. Skutečné brzdící procento vlaku se na dopravní cestě pod správou ŽSR vypočte dle následujícího vzorce:

$$\text{skutečné brzdící procento} = \frac{\text{celková brzdící váha vlaku}}{\text{celková hmotnost vlaku}} * 100 [\%] \quad (2.3)$$

Výsledek se zaokrouhlí na nejbližší nižší číslo. Skutečná brzdící hmotnost vlaku se rovná součtu brzdících hmotností všech účinkujících brzd vlaku.

2.4 Porovnání ostatních požadavků a vyhodnocení

Předpis Z1, platný pro provoz na dráze pod správou ŽSR, se dále zabývá podmínkami, které nejsou v předpise D1 ani vyhlášce 173 uvedeny. Jde o podmínky týkající se:

- zkoušky použitelnosti zajišťovací brzdy,
- zařazování zajišťovacích brzd do vlaku,
- úplné zkoušky brzdy,
- jednoduché zkoušky brzdy,
- zkoušky brzdy posunujícího dílu,
- obsluhy brzd.

Stejně tak, také předpisy SŽDC obsahují podmínky, které nejsou obsaženy v předpise platném pro dráhu pod správou ŽSR (předpis Z1). Jde o následující podmínky, týkající se:

- způsobů brzdění vlaků (nákladní i osobní dopravy),
- započítávání brzdící váhy vozidel při různých režimech brzdění vlaků,
- rychlosti vlaků v závislosti na zábrzdě vzdálenosti,
- obecných požadavků na zařazování vozidel do vlaků,
- výběru potřebných brzdících procent v závislosti na rychlosti a zábrzdě vzdálenosti,
- vyznačení druhu brzdy a brzdících vah pro jednotlivé režimy brzdění na vozidlech.

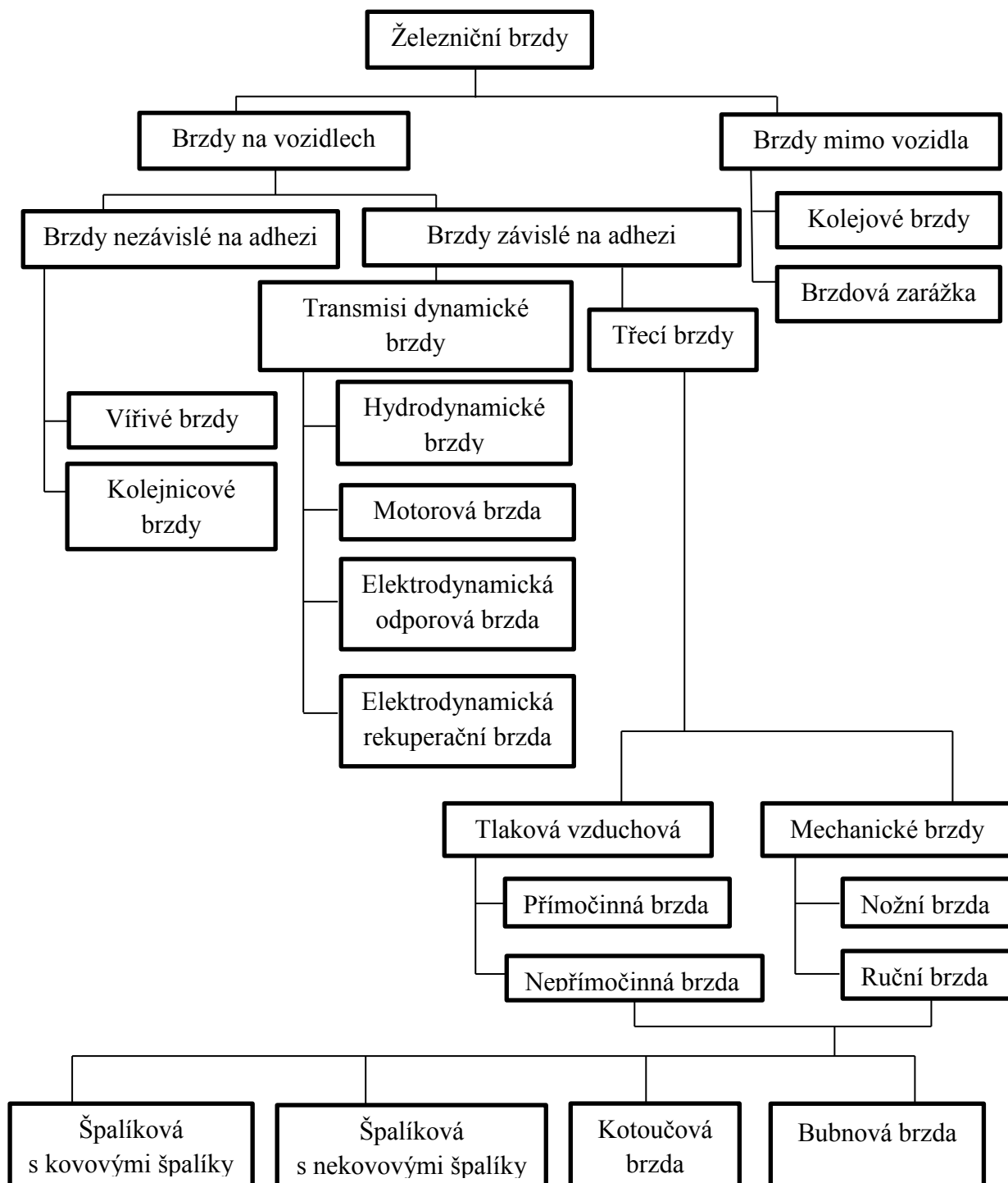
Přehled rozdílů, mezi požadavky na výkonnost brzdy je zobrazen tabulkou Tab. 1.

Tab. 2: Přehled rozdílů v požadavcích na výkonnost brzdy mezi SŽDC a ŽSR.. Podle [4][5][6].

Požadavek	SŽDC	ŽSR
Výpočet skutečného brzdícího procenta	se započtením koeficientu kappa	koeficient kappa se nezapočítává
Délka vlaku	včetně činných hnacích vozidel	bez činných hnacích vozidel
Výbava pro případ nepoužitelnosti hlavního potrubí	žádný z předpisů toto neřeší	přenosné potrubí
Pokud vlak přejíždí z území jednoho státu na území druhého, musí	Zaměstnanec na území ČR vypočítat také skutečná brzdná procenta platná pro území SK a uvést je do ZOB	Zaměstnanec na území SK vypočítat také skutečná brzdná procenta platná pro území ČR a uvést je do ZOB

3 Porovnání požadavků na výkonnost brzdy vlaku vybraných dopravců a provozovatelů dopravní cesty

3.1 Rozdělení brzd železničních vozidel



Obr. 2: Dělení železničních brzd.[8]

3.2 Vysvětlivky pojmů týkajících se činností brzd

Hlavní potrubí je průběžné vzduchové potrubí, které je určeno k napájení průběžných brzd vozidel vlaku. Je zakončeno červeně natřenými spojkovými kohouty a hlavicemi spojkových hadic, které se nacházejí na čelech jednotlivých vozidel vlaku.

Napájecí potrubí je samostatné průběžné potrubí, které je určeno k propojení hlavních vzduchojemů dvou spolupracujících hnacích vozidel, popř. slouží k zásobování jednotlivých vozidel vlaku stlačeným vzduchem. Je zakončeno žlutě nebo bíle natřenými spojkovými kohouty a spojkami se spojkovými hlavicemi s nálitkem ve tvaru kříže, které se nacházejí na čelech jednotlivých vozidel. Tyto spojkové kohouty a spojky se spojkovými hlavicemi jsou zrcadlovým provedením proti stejným částem hlavního potrubí.

Zrcadlové provedení spojkových kohoutů a spojek se spojkovými hlavicemi na čelech vozidel je použito kvůli eliminaci možnosti propojení hlavního potrubí s napájecím potrubím. Propojení těchto potrubí by mělo za následek neovladatelnost průběžné (samočinné) brzdy.

Průběžná samočinná tlaková brzda je taková brzda, u které:

- a) Lze z jednoho řídicího místa ovládat samočinné brzdy jednotlivých vozidel vlaku.
- b) Se rychlým snížením tlaku v hlavním potrubí vlaku uvedou samočinně do činnosti všechny průběžné brzdy jednotlivých vozidel vlaku.
- c) Je brzdící účinek vyvozován v brzdovém válci a to rozdílem tlaků vzduchu působících na píst v brzdovém válci, přičemž alespoň na jedné straně pístu je tlak vyšší než tlak ovzduší.

Provozní tlak je u průběžné tlakové brzdy roven hodnotě 5,0 bar. Jedná se o hodnotu tlaku v hlavním vzduchovém potrubí vlaku, při kterém je průběžná brzda vozidla zcela odbrzděna, pomocný vzduchojem zcela naplněn a brzda samotná je připravená k brzdění maximálním účinkem.

Stav, při kterém je v hlavním vzduchovém potrubí plynule snížen tlak z provozního tlaku 5,0 bar na tlak 3,5 bar, nazýváme **plné (úplné) provozní brzdění**.

Rychločinné zabrzdění je stav, při kterém bylo hlavní vzduchové potrubí velmi rychle vyprázdněno, což znamená, že provozní tlak v hlavním vzduchovém potrubí velmi rychle klesne z původní hodnoty 5,0 bar na hodnotu nižší. Toto zabrzdění má za následek rychlejší

nástup brzdného účinku, ovšem velikost brzdného účinku zůstává stejná jako při plném provozním brzdění.

Stav, při kterém dochází k plnění prostoru hlavního potrubí, pomocných vzduchojemů nebo i dalších prostorů brzdy vzduchem nazýváme **plnění brzdy**. Pokud dojde k úplnému nebo značnému vyprázdnění hlavního potrubí, lze pro plnění hlavního potrubí přestavit brzdič průběžné brzdy do tzv. plnicí polohy, popř. do polohy vysokotlaký plnicí švih. Dokončení plnění musí být ovšem provedeno v jízdní poloze.

Režim brzdění je u průběžné brzdy charakterizován dobou, za kterou se tlak v brzdových válcích dostane na 95% hodnoty maximálního tlaku, po úplném provozním nebo rychločinném zabrzdění, které probíhá z provozního tlaku. Každému režimu brzdění odpovídá i doba, za kterou se brzdový válec po jednorázovém úplném odbrzdění z provozního zabrzdění vyprázdní natolik, že tlak v něm je menší než 0,4 bar.

Jednotlivé doby plnění a vyprazdňování jsou pro různé režimy brzdění popsány v níže uvedené tabulce Tab. 3.

Tab. 3: Přehled dob plnění a dob vyprazdňování pro jednotlivé režimy brzdění. [4]

Režim brzdění	Doba plnění	Doba vyprazdňování
G nákladní	18-30 s (u starších až 45 s)	45-60 s
R rychlík	3-5 s	15-20 s
P osobní	6-10 s	15-20 s

Jednotlivé režimy brzdění mohou být doplněny o některý z typů brzd uvedených v Tab. 4

Tab. 4: Typy brzd, kterými mohou být doplněny režimy brzdění.[3]

E	elektrodynamická brzda
H	hydrodynamická brzda
Mg	magnetická kolejnicová brzda
mZ	přídavná brzda
C-PN	počítačem řízená elektropneumatická brzda
C-P	počítačem řízená elektropneumatická brzda
A	samočinná regulace brzdicího účinku v závislosti na zatížení vozidla

Brzdící váha je veličina charakterizující účinek brzdy daného vozidla. Udává se v tunách, které ale nejsou v žádném vztahu s hmotností vozidla.

Brzdící procento udává poměr brzdící váhy a celkové hmotnosti vlaku. Dále vyjadřuje schopnost daného vozidla zastavit na stanovené dráze a ze stanovené rychlosti při rychločinném brzdění z plného provozního tlaku a při splnění dalších podmínek dle vyhlášky UIC.

Přímočinná brzda je nesamočinná brzda, u níž jsme schopni pomocí ovladače, brzdíče nebo ovladačem brzdíče přímo regulovat velikost tlaku v brzdovém válci. Používá se u hnacích vozidel a brzdové válce jsou přímo plněny z hlavních vzduchojemů, popř. z napájecího potrubí, nikoliv z pomocných vzduchojemů jako u nepřímochinné brzdy, ovšem pro vyvození brzdícího účinku na obvodu kol využívá týchž brzdových válců, tyčových, pákových, brzdících špalíků, popř. brzdových destiček apod. jako brzda nepřímochinná.

Dynamická brzda je brzda, sloužící jako výpomoc při brzdění průběžnou brzdou popř. k regulaci rychlosti jízdy po spádu. Při náběhu dynamické brzdy dochází k přepojení trakčních motorů, které poté pracují jako generátory, kdy vzniklá elektrická energie se buďto zmaří v odpornících nebo se vrací do napájecí sítě - rekuperace.

Elektropneumatická brzda stejně jako průběžná tlaková brzda používá pro svou činnost stlačený vzduch. Tyto dvě brzdy se liší způsobem ovládání, které je u elektropneumatické brzdy elektrické. Elektropneumatická brzda se používá jako vyšší stupeň tlakové brzdy, protože zajišťuje současné působení průběžných brzd všech vozidel zařazených do vlaku a výrazně zlepšuje dynamické poměry při brzdění.

Magnetická kolejnicová brzda (Mg-brzda) je brzda, která je neadhezní, to znamená, že není závislá na odvalování kol po kolejnici. Brzdící síla je vyvozována třením, mezi brzdovými trámcí a kolejnicí. Přítlačná síla je vyvozována elektromagnety, které jsou napájeny z vozidlových baterií.

Magnetická kolejnicová brzda s permanentním magnetem (Mgp-brzda), je stejně jako (Mg-brzda) brzda neadhezní, u které je brzdící síla vyvozována třením brzdového trámce o kolejnici, přičemž přítlačná síla je vyvozována permanentním elektromagnetem, který je napájen z vozidlových baterií.

Ruční brzda je brzda, která je ovládána z plošiny vozu, z vnitřního prostoru vozu nebo z brzdařské budky. K jejímu ovládání se používá klika nebo ruční kolo.

Pořádací brzda je brzda, která je ovládána zaměstnancem, který je mimo vůz. Pořádací brzda je umístěna na boku vozu v podobě ručního kola. Toto kolo může být umístěno na podélníku vozu nebo na bočnici podvozku.

Střadačová brzda je parkovací brzda, u které je vozidlo brzděno tlakem pružin na brzdové zdrže nebo u kotoučových brzd tlakem vzduchu na brzdové destičky a tlakem vzduchu se odbrzdí.

Zábrzdná vzdálenost, je taková vzdálenost, na které musí být vlak bezpečně zastaven z takové rychlosti, jaká je ve stanoveném úseku povolena. Dále určuje nejmenší přípustnou vzdálenost mezi hlavním návěstidlem a jemu příslušející předvěstí. Zábrzdná vzdálenost se stanovuje podle technických parametrů tratě a uvádí se v tabulkách traťových poměrů. Rozlišujeme tři zábrzdné vzdálenosti:

- a) 400 metrů pro tratě s rychlostí nižší než 60 km.h^{-1}
- b) 700 metrů pro tratě s rychlostí vyšší než 60 km.h^{-1} a zároveň do rychlosti 100 km.h^{-1}
- c) 1000 metrů pro tratě s rychlostí vyšší než 100 km.h^{-1} a zároveň do rychlosti 120 km.h^{-1}

Brzdná dráha je vzdálenost, kterou projede vlak nebo posunový díl při snižování rychlosti brzděním mezi dvěma různými rychlostmi.

Zábrzdná dráha se nesmí v žádném případě zaměňovat s pojmem zábrzdná vzdálenost. Zábrzdná dráha je taková vzdálenost, kterou vlak nebo posunový díl ujede od momentu přestavení brzdíče do polohy brzdění, do okamžiku úplného zastavení vlaku, popř. posunového dílu. Délka zábrzdné dráhy je ovlivněna několika faktory, jako jsou sklon tratě, stupeň zabrzdění a zejména na výchozí rychlosti vlaku nebo posunového dílu. Pokud je vlak nebo posunový díl brzděn menším než úplným provozním brzděním nebo pokud není dosaženo dostatečného skutečného brzdícího procenta, může být zábrzdná dráha značně delší než zábrzdná vzdálenost příslušného úseku tratě.

Předepsaná výměra brzdících procent je nejnižší hodnota brzdících procent, při které je vlak jedoucí na rozhodném spádu stanovenou rychlosti zastaven za použití rychločinného brzdění tak, že se zábrzdná dráha tohoto vlaku (s mírnou rezervou) rovná zábrzdné vzdálenosti v daném úseku. Tabulky brzdících procent jsou sestaveny pro rychločinné brzdění a vždy pro jednu zábrzdnou vzdálenost (400m, 700m, 1000m).

Celková hmotnost vlaku je součet hmotností všech jednotlivých vozidel vlaku, hmotností nákladu přepravovaných na vozidlech a u osobních vozů také průměrné hmotnosti

přepravovaných cestujících podle stanovené obsaditelnosti vozidla. Průměrná hmotnost připadajícího na jednoho cestujícího je stanovena na 80 kg.

Dopravní hmotnost vozu se rovná součtu hmotnosti samotného vozu a hmotnosti přepravovaného nákladu na voze.

Rozhodný spád je největší průměrný spád úseku stanovené délky (zpravidla se jedná o zábrzdnu vzdálenost) na sledovaném úseku tratě, přičemž se neuvažuje s odporem tunelů a oblouků tzn., že rozhodný spád je podíl největšího výškového rozdílu na stanovené délce, k této stanovené délce. Průměrem je zde vždy vážený průměr.

3.3 Princip a funkce brzd železničních vozidel

Brzdou nazýváme takové zařízení, které je určeno k úmyslnému zvyšování odporu proti pohybu a slouží k úmyslnému snižování rychlosti pohybu, úplnému zastavení nebo zajištění železničních vozidel proti samovolnému uvedení do pohybu.

Brzdová zařízení železničních vozidel rozdělujeme z hlediska umístění na:

- Brzdová zařízení nacházející se **na kolejových vozidlech**, kdy jsou brzdová zařízení přímo součástí daného železničního vozidla a jsou ovládána obsluhou vozidla.
- Brzdová zařízení nacházející se **mimo kolejová vozidla**. Tato brzdová zařízení se nacházejí přímo na dopravní cestě, po které se vozidlo pohybuje, a jsou obsluhována obsluhou, která je mimo vozidlo.[8]

Z hlediska přenosu a působení síly dělíme brzdy železničních vozidel na:

- **Adhezní brzdy**. Jsou takové brzdy, kde výsledná reakce brzdné síly působí vždy proti směru pohybu vozidla a přenáší se ve styku kolejnice a kolo.
- **Neadhezní brzdy**. Jsou takové brzdy, kde výsledná reakce brzdné síly není přenášena ve styku kolo kolejnice, ale je přenášena mimo tento styk, například třením plochých těles vhodného tvaru a materiálu (tření brzdového trámce o temeno kolejnice).

Podle principu na jakém brzdy pracují, je dělíme na brzdy:

- **Mechanické**, kde dochází k vzájemnému působení tuhých těles, kdy tímto působením dochází k tření, přičemž dochází ke změně energie na teplo, které je odváděno do okolí.
- **Hydraulické**, kde dochází k přenosu pohybové energie vozidla na tlakovou nebo pohybovou energii kapaliny brzdového zařízení. Tato energie je poté nejčastěji předávána do okolí v podobě tepla. Hydraulické brzdy se dále dělí na brzdy Hydrostatické a Hydrodynamické.
- **Elektrické**, kde se brzdná síla realizuje pomocí elektrické energie, a to buď elektrodynamicky, kdy trakční motory vozidla pracují jako dynamy a vyrobenou energii vzniklou brzděním vrátí zpět do napájecí sítě při rekuperaci, popř. vzniklou energii přemění na teplo a zmaří v odporcích anebo je brzdná síla realizována elektromagneticky působením kolejnicových brzd.[8]

Pro zajištění bezpečnosti v železniční drážní dopravě jsou na brzdy kladeny tyto požadavky:

- přesná ovladatelnost brzd vozidel vlaku z jednoho místa (stanoviště strojvedoucího, záchranná brzdy jednotlivých vozidel),
- samočinné vyvození účinku v případě vzniku nečekané události, jako je například roztržení vlaku (prasknutí brzdové spojky apod.),
- brzdy by neměly být náročné na údržbu, konstrukci a obsluhu.

Tyto požadavky jsou nejlépe splněny průběžnou tlakovou samočinnou brzdou, která je u železničních vozidel nejvíce rozšířena. Železniční vozidla jsou průběžnou tlakovou samočinnou brzdou vybavena podle předpisů UIC, ovšem některé starší vozy mohou být vybaveny pouze průběžným potrubím (například některé vozy řady Fcc).

Průběžná brzda musí být uspořádána tak, aby se dala uvést do činnosti:

- ze stanoviště strojvedoucího,
- z jednotlivých oddílů pro cestující,
- z příkázaných míst pro obsluhu vlaku a ze zaměstnaneckých oddílů poštovních vozů,
- zařízením vlakového zabezpečovače,
- přetržením (rozpojením) hlavního potrubí.

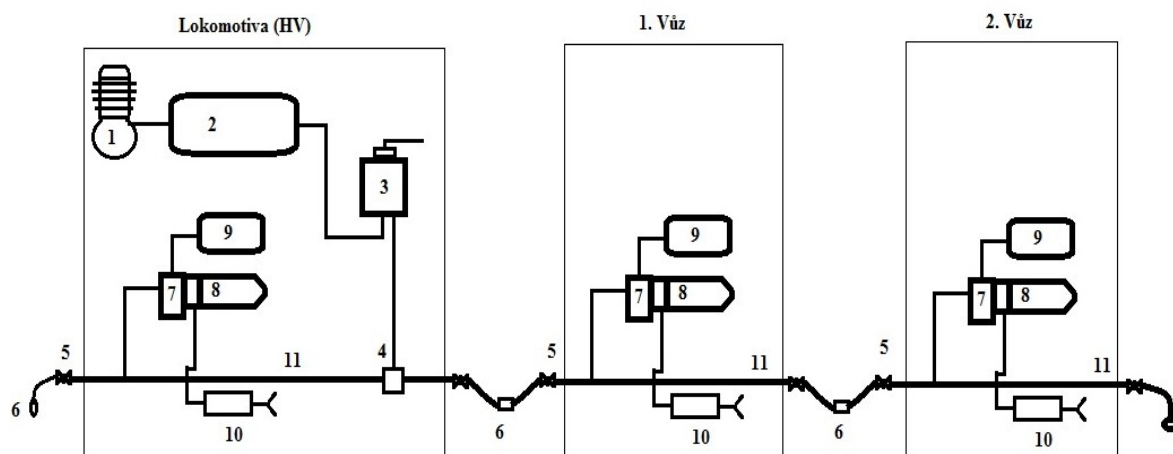
Označení průběžná brzda znamená, že brzdy všech vozidel ve vlaku mohou být ovládány z jednoho místa, obvykle jsou brzdy ovládány brzdíčem, který se nachází na stanovišti strojvedoucího uvnitř hnacího vozidla. Brzdění průběžnou brzdou musí být také možno

provézt z jakéhokoliv místa vlaku a to pomocí záchranné brzdy, pokud je vozidlo touto brzdou vybaveno.

Označení samočinná brzda znamená, že v případě roztržení vlaku nebo při poškození hlavního napájecího potrubí dojde k samočinnému zaúčinkování brzdy a to bez nutnosti dalšího zásahu obsluhy vlaku.

U průběžné samočinné brzdy je brzdění způsobeno snížením hodnoty tlaku v hlavním potrubí a to jak úmyslně (obsluhou brzdíče), tak neúmyslně (při roztržení vlaku). Velikosti hodnot tlaků se v brzdových válcích a hlavním potrubí mění v opačném smyslu, proto je tato brzda označována jako nepřímochinná.

Následující schéma na obrázku Obr. 3. zjednodušeně popisuje funkci všech samočinných tlakových průběžných brzd, kde je stačený vzduch využíván jak pro vyvození brzdící síly, tak pro řízení celých brzdících pochodů a pro změnu brzdící síly.



Obr. 3: Zjednodušené schéma samočinné pneumatické průběžné brzdy vlaku. Podle[4].

1- kompresor HV, 2 - hlavní vzduchojem HV, 3 – brzdíč, 4 – odkapnice, 5 – spojkový kohout, 6 – brzdová spojka, 7 – brzdový rozvaděč, 8 – pomocný vzduchojem, 9 – rozvodový vzduchojem, 10 – brzdový válec, 11 – hlavní potrubí

Hlavní (průběžné) potrubí vlaku je při odbrzděném stavu naplněno stlačeným vzduchem o provozním tlaku 5 bar. Samotné plnění brzdového válce stlačeným vzduchem při brzdění je zajištěno vzduchem z pomocných vzduchojemů. Při přestavení brzdíče do dané polohy, při použití záchranné brzdy nebo při roztržení vlaku dojde ke snížení tlaku vzduchu v hlavním (průběžném) potrubí vlaku dojde k přestavení rozvaděče z polohy, kdy byly brzdové rozvaděče spojeny s ovzduším a pomocné vzduchojemy s hlavním (průběžným) potrubím, do brzdící polohy. V brzdící poloze proudí vzduch přímo z pomocných vzduchojemů

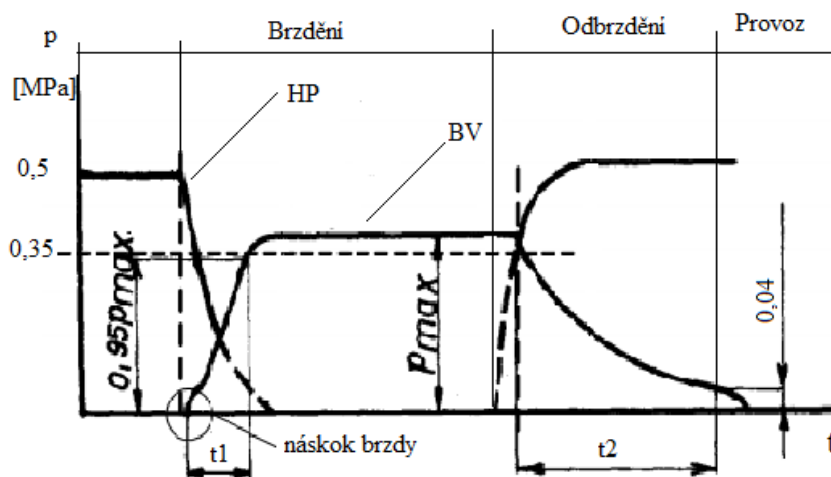
do brzdových válců. Tím dojde k posunu pístů v brzdových válcích a poté pomocí tyčové a pákové k přitlačení brzdových zdrží ke kolům. Rozvaděč se přestaví to odbrzdovací polohy zvýšením tlaku vzduchu v hlavním (průběžném) potrubí vlaku. Po tomto úkonu dojde k odvětrání brzdových válců do ovzduší, přičemž písty uvnitř brzdových válců jsou vráceny do své původní polohy silou vratných pružin, čímž dojde k odlehnutí brzdových zdrží od kol. Současně s přestavením brzdového rozvaděče do odbrzdovací polohy dojde k doplnění pomocných vzduchojemů na provozní tlak.[4]

Následující tabulka Tab. 5 popisuje základní funkční stavy nepřímé tlakové brzdy.

Tab. 5: Funkční stavy nepřímé tlakové brzdy.[8]

Funkční stav	Tlak v HP [Mpa]	Tlak v brzdovém válci (BV) [Mpa]
odbržděno	0,5	0
provozní brzdění a odbrždění	0,5 - 0,35	0-0,38
úplné provozní brzdění	0,35	Maximum - 0,38
rychločinné (nouzové) brzdění	0	Maximum - 0,38

Průběh brzdění v tlakovém diagramu samočinné brzdy je popsán obrázkem Obr. 4.



Obr. 4: Tlakový diagram brzdy.[8]

3.4 Analýza požadavků na brzdové zařízení z hlediska uživatelů železniční dopravní cesty

V analytické části se tato bakalářská práce bude zabývat analýzou jednotlivých vnitřních předpisů dopravců, provozujících jak železniční osobní, tak železniční nákladní dopravu na území České republiky. Jde o analýzu předpisů, týkajících se požadavků na brzdu, požadavků na sestavení vlaku, brzdou výkonnost atd. Analýza se týká vnitřních předpisů těchto uživatelů dopravní cesty: České dráhy a.s., ČD Cargo a.s., AWT (Advanced World Transport a.s.) a Arriva transport Česká republika a.s..

3.4.1 Představení jednotlivých uživatelů železniční dopravní cesty

České dráhy a.s.

Společnost České dráhy a.s. (dále jen „České dráhy“) tvoří koncern spolu s následujícími společnostmi, které jsou podrobeny jejímu jednotnému řízení: DPOV a.s., Výzkumný ústav železniční a.s., Dopravní vzdělávací institut a.s., ČD-informační systémy a.s., Telematika a.s., ČD Travel a.s. a ČD Cargo a.s.[9]

Jednu ze základních činností společnosti České dráhy tvoří železniční osobní doprava. Mezi hlavní odběratele služeb spojených s železniční osobní dopravou patří kraje a stát zastoupený Ministerstvem dopravy ČR. Činnost ČD a.s. je tvořena těmito dvěma hlavními segmenty:

- segment dálkové osobní dopravy s dílčími trhy,
- segment regionální osobní dopravy s teritoriálními dílčími trhy přizpůsobenými hranicím regionů, coby objednatelů veřejných služeb.

ČD Cargo a.s.

Společnost ČD Cargo a.s. (dále jen „ČD Cargo“) vznikla v roce 2007 jako jedna z dceřiných společností českých drah a.s, vkladem části nákladní dopravy Českých drah a.s.[10]

V současné době zaměstnává na území České republiky více než 7500 osob a je zároveň největším českým železničním dopravcem. Společnost ČD Cargo se zabývá přepravou

širokého spektra zboží a to od surovin, až po zboží s vysokou přidanou hodnotou, dále se zabývá přepravou mimořádných zásilek, kontejnerů, nabízí vlečkové a přepravní služby a nabízí pronájem železničních vozů.

Se svým ročním objemem přeprav patří na území evropské unie a mezi jejími členskými státy mezi pět největších železničních dopravců. Na území České republiky poskytuje svým zákazníkům služby přibližně na tisíci místech a prostřednictvím svých dceřiných společností také na území celé Evropy. K zajištění takového objemu přeprav má společnost ČD Cargo k dispozici přes 900 lokomotiv a to jak elektrické, tak i motorové trakce.

AWT-Advanced World Transport

Skupina AWT je souborem nezávislých samostatných společností (např. Advanced World Transport a.s., AWT ROSCO a.s. nebo AWT Čechofracht a.s.). Samotná skupina AWT je členem skupiny PKP Cargo a patří k nejvýznamnějším poskytovatelům služeb spojených s nákladní železniční dopravou v Evropě.[13]

Skupina AWT poskytuje své služby především velkým průmyslovým podnikům a to na území střední a východní Evropy se specializací na přepravy těžkých komodit, jako jsou uhlí, ocel nebo díly pro automobilový průmysl. Pro provozování železniční nákladní dopravy má k dispozici přes 160 lokomotiv a 5100 vozů. Na území České republiky provozuje přes 60 železničních vleček a vlastní terminál kombinované dopravy Ostrava-Paskov, nacházející se v Moravskoslezském kraji.

Arriva Transport Česká Republika a.s.

Na území české republiky je společností Arriva Česká Republika a.s. (dále jen „Arriva“), resp. jejím členem, společností Arriva Morava a.s. provozována drážní doprava na železnici Desná. Tato železnice je majetkem Svazku obcí údolí Desné. Délka této trati je 22 km a bylo zde přepraveno přes 500 000 cestujících. Společnost Arriva je pravidelným účastníkem výběrových řízení, spojených s poskytováním dopravních služeb a závazku veřejné služby a to jak na celostátní úrovni, tak i na úrovni krajů.[12]

3.4.2 Analýza obecných ustanovení

Analýza obecných ustanovení daných předpisů uživatelů vlakové cesty, pojednává o požadavcích na železniční vozidla z hlediska označení vozidel, způsobu jejich brzdění a o obecných podmínkách, které musí být splněny pro provozování těchto vozidel na železniční vlakové cestě. V následující části jsou jednotlivé požadavky rozebrány.

Pro každý vlak je tabelárním jízdním řádem určeno, jestli má být daný vlak brzděn prvním způsobem brzdění nebo druhým způsobem brzdění. Pokud má být vlak brzděn prvním způsobem brzdění, tak tabelární jízdní řád určuje také režim brzdění tohoto vlaku. K prvnímu způsobu brzdění, patří brzdy s rychlým vývinem brzdícího účinku na obvod kol, jedná se o průběžné brzdění:

- v režimu R+Mg (režim rychlík + magnetická kolejnicová brzda),
- v režimu R (režim rychlík),
- v režimu P (režim osobní).

K druhému způsobu brzdění, patří brzdy s pomalým vývinem brzdícího účinku na obvod kol, kdy se jedná o průběžné brzdění:

- v režimu G (režim nákladní).

Všechny vlaky musí být brzděny průběžnou brzdou, což znamená, že všechna vozidla zařazená ve vlaku musí být zapojena do průběžného hlavního potrubí vlaku (kromě nezavěšeného postrku).

Pro ČD Cargo platí, že tato podmínka se nevztahuje také na náběžníky s takovou závadou, při které nelze jejich hlavní potrubí naplnit.

Dle vnitřního předpisu společnosti AWT se do hlavního potrubí vlaku musí zapojit také vozidla s nezpůsobilými pneumatickými brzdami a vozidla bez pneumatických brzd, ovšem toto neplatí, jedná-li se o vozidla s takovou závadou, pro kterou nelze hlavní potrubí těchto vozidel naplnit. Vozidla, jejichž hlavní potrubí nelze naplnit musí být řazeny na konci vlaku jako náběžník, ovšem při dodržení podmínek řazení vozidel, které je popsáno níže v kapitole řazení nákladních vlaku dle vnitřních předpisů společnosti AWT.

Společnost Arriva má podmínku, týkající se zapojení brzd do průběžného potrubí vlaku, rozšířenou o požadavek, který nařizuje, že první a poslední vozidlo vlaku musí mít vždy zapnutou a účinkující průběžnou brzdou.

Společnosti České dráhy a AWT požadavky na brzdění vlaku dále rozšiřují, na brzdění vlaků sestávajících z jednoho samostatného vozidla a na brzdění vlaků sestávajících z více než jednoho vozidla. Je-li vlak tvořen pouze jedním vozidlem, tak dle vnitřního předpisu Českých drah platí, že ať je vozidlo brzděno jakýmkoliv způsobem, tak rozvaděč průběžné brzdy tohoto vozidla musí být zapnutý.

Pro společnost AWT platí, že je-li vlak tvořen víc než jedním vozidlem je brzděn průběžnou brzdou. Toto neplatí, jedná-li se o nezavěšený postrk. Dále platí tyto podmínky:

- brzda hnacího vozidla, které není obsazeno strojvedoucím, nesmí být zapnuta do průběžné brzdy vlaku (toto se nevztahuje k činným hnacím vozidlům řady 753.7),
- je-li na konci vlaku zařazeno nečinné hnací vozidlo, musí být u tohoto vozidla zapnuta průběžná brzda a musí být obsazeno strojvedoucím,
- u hnacích vozidel spojených vícenásobným řízením, která jsou činná nebo k službě pohotová, nesmí být průběžná brzda zapnuta na dílu dvojice, který není obsazený strojvedoucím. Na dílu dvojice, který je strojvedoucím obsazen, musí být průběžná brzda zapnuta. Pokud je takové hnací vozidlo použito pro postrk, musí být řízeno z posledního vozidla ve vlaku (neplatí u HV řady 753.7),
- předchozí podmínky se nevztahují na jízdy vlaků sestavených pouze z hnacích vozidel a na samostatné jízdy hnacích vozidel. U jízdy těchto vlaků platí, že do průběžné brzdy vlaku musí být vždy zapojeno vozidlo na konci vlaku a všechna obsazená hnací vozidla se způsobilou průběžnou brzdou.

Každé drážní vozidlo, vybaveno průběžnou tlakovou brzdou, která je povolená do provozu, musí mít vyznačený typ brzdy a jednotlivé hodnoty brzdících vah pro různé režimy brzdění. Pokud vozidlo není označeno tímto nápisem, nebo je-li nápis nečitelný, nesmí se hodnota brzdy tohoto vozidla započítat do brzdící váhy vlaku. Požadavky kladené na takováto vozidla jsou pro jednotlivé dopravce kvůli přehlednosti a lehčí orientaci popsány v tabulkové formě v příloze 1, přičemž požadavky společnosti AWT se v této příloze nenachází, neboť vnitřní předpisy společnosti AWT tuto problematiku neřeší.

3.4.3 Technologie brzdění hnacích vozidel

Je-li vlak, dopravovaný společností AWT, tvořen pouze jedním vozidlem (hnacím), musí být brzděn průběžnou brzdou v případě, že přímočinná brzda tohoto vozidla nepůsobí na všechna dvojkolí vozidla. Každé hnací vozidlo, které jede samostatně jako vlak, musí mít rozvaděč zapnutý v režimu P (P+E) nebo R (R+E), pokud toto přepnutí neproběhne automaticky. O vypnutí průběžné brzdě musí být strojvedoucím informován zaměstnanec, který sestavuje a zpracovává zprávu o brzdění (dále jen ZOB).

Pro společnost České dráhy platí, že průběžná brzda činného neobsazeného nebo nečinného HV ve dvoučlenném řízení nemusí být zapnuta do průběžné brzdy vlaku, není-li zařazeno jako poslední vozidlo vlaku. Průběžné brzdy všech ostatních HV musí být zapojeny do průběžné brzdy vlaku. O vypnutí průběžné brzdě hnacího vozidla musí stejně jako v prepisech společnosti AWT strojvedoucí informovat zaměstnance, který sestavuje zprávu o brzdění. Stejně jako ve vnitřním předpise společnosti AWT platí i pro České dráhy, že každé HV jedoucí samostatně jako vlak musí mít rozvaděč průběžné brzdy zapnutý v režimu P (P+E) nebo R (R+E).

Dle vnitřního předpisu společnosti Arriva jsou podmínky pro brzdění HV rozděleny na brzdění činných HV a dopravovaných HV. Pro činná hnací vozidla platí, že HV, které vyvíjí tažnou sílu, musí mít rozvaděč průběžné brzdy zapnutý v režimu, který odpovídá jeho poloze ve vlaku a režimu brzdění daného vlaku. Jedno nebo dvě činná hnací vozidla zařazena v čele vlaku osobní dopravy, který je brzděný v režimu R nebo R+Mg mohou mít přestavovač průběžné brzdy v režimu P (P+E). Pokud jede HV samostatně jako lokomotivní vlak, musí mít zapnutý rozvaděč průběžné brzdy v režimu brzdění s nejvyšším brzdícím účinkem. Pro dopravovaná HV, která jsou dopravována jako činná neobsazená nebo nečinná ve dvoučlenném řízení platí, že jsou-li tato vozidla vybavena kotoučovými brzdami, ponechají se zapnuté v brzdě, a to v takovém režimu, který odpovídá jejich poloze ve vlaku a režimu brzdění daného vlaku. HV vybavené špalíkovou brzdou, které je dopravováno jako nečinné nebo činné neobsazené ve dvoučlenném řízení, je z brzdy vypnuto. Brzda zůstává zapnuta pouze v případě, kdy:

- jde o poslední vozidlo vlaku,
- je jeho brzdící váha potřebná pro dosažení předepsaných brzdících procent.

Pro společnost ČD Cargo platí, že průběžná brzda nečinného nebo neobsazeného HV zůstane zapnuta a určený zaměstnanec jí započítá do zprávy o brzdění pouze tehdy, když:

- je to nutné pro dosažení předepsaných brzdících procent,
- jde o poslední vozidlo vlaku.

V ostatních případech strojvedoucí průběžnou brzdu u nečinných nebo neobsazených HV (i u vícenásobného řízení) po zařazení těchto vozidel do vlaku vypne. Zaměstnanec, který sepisuje ZOB, započítá pouze brzdící váhu činného obsazeného vozidla pro příslušný režim brzdění. Stejně jako u AWT a Českých drah platí i zde, že HV, které jede samostatně jako lokomotivní vlak, musí mít rozvaděč průběžné brzdy v poloze P (P+E) nebo R (R+E).

Následující tabulka Tab. 6, nabízí předepsaný stav průběžné brzdy neobsazeného nebo nečinného HV, které je zařazeno do vlaku, podle jednotlivých dopravců

Tab. 6: Stav průb. Brzdy nečinného nebo neobsazeného HV.

Dopravce	stav průběžné brzdy neobsazeného nebo nečinného HV
ČD Cargo	vypnutá , pokud se nejedná o poslední vozidlo vlaku nebo pokud to není nutné pro dosažení potřebného počtu brzdících procent
České dráhy	nemusí být zapnutá , pokud se nejedná o poslední vozidlo vlaku
AWT	vypnutá , nejedná-li se o poslední vozidlo vlaku. Pokud je takové HV zařazeno na konci vlaku, musí být obsazeno strojvedoucím
Arriva pro HV s kotouč. brzdou	zapnutá v režimu, který odpovídá jeho poloze ve vlaku a režimu brzdění vlaku
Arriva pro HV se špalík. brzdou	vypnutá , pokud se nejedná o poslední vozidlo vlaku nebo pokud to není nutné pro dosažení potřebného počtu brzdících procent

3.4.4 Technologie brzdění vlaků osobní dopravy

Z vnitřních předpisů společností České dráhy a Arriva vyplývá, že tažený vlak osobní dopravy smí mít nejvíce 100 náprav a sunutý vlak osobní dopravy nejvíce 60 náprav. Vnitřní předpis společnosti AWT pouze definuje, že délka vlaku, brzděného v režimu P nesmí

překročit 700 metrů. Vnitřní předpis společnosti ČD Cargo informace ohledně maximálního počtu náprav vlaku osobní dopravy nijak nedefinuje. Následující tabulka Tab. 7, nabízí stručný přehled maximální délky vlaků osobní dopravy pro jednotlivé dopravce.

Tab. 7: Maximální délky vlaků dle vnitřních předpisů dopravců.

Dle	Maximální délka vlaku os. dopravy
Arriva Transport	Tažený vlak nejvíce 100 náprav
	Sunutý vlak nejvíce 60 náprav
České dráhy	Tažený vlak nejvíce 100 náprav
	Sunutý vlak nejvíce 60 náprav
AWT	Vlak brzděný v režimu P nejvýše 700 metrů
ČD Cargo	Vnitřní předpis tuto podmínku neřeší

Do délky vlaku a počtu náprav vlaku, se nezapočítávají činné a k službě pohotové lokomotivy v čele a na konci vlaku, přičemž nápravy motorových elektrických vozů a jednotek se započítat musí, výjimka platí pro vlaky společnosti AWT, kde se do délky vlaku nezapočítává délka vedoucího hnacího vozidla a nezavěšeného postrku, ale délka ostatních hnacích vozidel se do délky vlaku započítává. Následující tabulka Tab. 8 nabízí přehled vozidel, která se započítávají do celkové délky vlaku.

Tab. 8: Započítávání vozidel do délky vlaku nákladní a osobní dopravy.

Dle	Vozidla započítaná do délky vlaku
Arriva	Všechna kromě činných hnacích vozidel zařazených na začátku a konci vlaku
České dráhy	Všechna kromě činných a k službě pohotových hnacích vozidel zařazených na začátku a konci vlaku
AWT	Všechna kromě délky vedoucího hnacího vozidla a nezavěšeného postrku
ČD Cargo	Všechna kromě činných hnacích vozidel zařazených na začátku a konci vlaku

Dle vnitřních předpisů společnosti Arriva jsou všechny vlaky osobní dopravy vždy brzděny prvním způsobem brzdění a to v režimech P, R nebo R+Mg, přičemž brzdové rozvaděče všech vozů vaku musí být zapojeny do průběžného potrubí vlaku a to přednostně v režimu, kdy je brzdící účinek nejvyšší. Ve vlaku osobní dopravy je možné ponechat maximálně jeden vůz s vypnutou průběžnou brzdou a to v případech, kdy se nejedná o tyto situace:

- stanovená rychlost vlaku 161 km/h nebo vyšší,
- první nebo poslední vůz vlaku,
- výchozí stanici vlaku, která je domovskou stanicí vozu.

Dále platí, že ve vlaku osobní dopravy, který je brzděn v režimu P, smí být zařazeny maximálně dva vozy, které jsou brzděny v režimu G a to jen tehdy, když je počet vozů s brzdou v režimu G menší, než počet vozů s brzdou v režimu P. V jednom vlaku osobní dopravy nesmí nastat případ, kdy jsou současně u některých vozů přestaveny brzdy v režimech P a R+Mg nebo G a R. Řazení brzd do vlaků os. dopravy popisuje tabulka Tab. 9.

Tab. 9: Zařazování brzd do vlaků osobní dopravy dle Arriva.[3]

režim brzdění	Počet vozů zařazených ve vlaku v daném režimu				
	P	R	R+Mg	G	vypnuto
P	většina	Žádný	žádný	nejvýše 2	jeden
P	většina	Libovolný	žádný	žádný	jeden
R	libovolný, ale žádný R+Mg	Většina	libovolný, ale žádný R+Mg	žádný	jeden
R+Mg	žádný	Libovolný	většina	žádný	jeden

Z vnitřního předpisu společnosti Arriva dále platí, že stanovení režimu brzdění pro daný vlak provádí vozmistr nebo jiná odborně způsobilá osoba při úplné zkoušce brzdy a to podle převládajícího režimu brzdění, nastaveného a vyzkoušeného u převažující většiny vozidel vlaku. Je-li počet dvou různých režimů brzdění vyrovnaný, volí se vždy ten režim brzdění vlaku, který je vyšší. Stanovený režim brzdění vlaku je zapsán vozmistrem do příslušné rubriky ZOB. Zaměstnanec, který řídil sestavování vlaku je následně zodpovědný, za správné řazení vozů s průběžnou brzdou v tomto vlaku.

Dle předpisů společnosti AWT musí být všechny vlaky osobní dopravy brzděny prvním způsobem brzdění. Dále vnitřní předpisy určují, že vlaky osobní dopravy musí být brzděny v režimu P, přičemž zapnutí brzd u některých z vozů vlaku v režimu R není povoleno. V každém vlaku osobní dopravy musí být všechny vozy zapojeny do průběžné brzdy vlaku. V těchto osobních vlacích lze při závadě ponechat nejvýše jeden vůz s vypnutou průběžnou brzdou, přičemž se nesmí jednat o tyto případy:

- poslední vozidlo vlaku,
- výchozí stanice vlaku,
- stanice, ve které byla zjištěna závada na brzdě při konečné technické prohlídce.

Vnitřní předpisy společnosti České dráhy obsahují stejně jako předpisy předchozích dvou dopravců podmínku, že všechny vlaky osobní dopravy musí být brzděny prvním způsobem brzdění a dále předepisují určený režim brzdění vlaku v závislosti na jeho rychlosti. Závislost režimu brzdění na stanovené rychlosti vlaku je popsána v tabulce Tab. 10.

Tab. 10: *Závislost režimu brzdění na stanovené rychlosti dle vnitřního předpisu Českých drah.[1]*

stanovená rychlost [Km/h]	režim brzdění
161 a vyšší	R+Mg při dodržení podm.4
121 až 160	R při dodržení podm.3 nebo R+Mg při dodržení podm. 4
90 až 120	R při dodržení podm.3 a 5 nebo P při dodržení podm.1 a 2
89 a nižší	P při dodržení podm.1 a 2

Jednotlivé režimy brzdění, které jsou předepsány předchozí tabulkou v závislosti na stanovené rychlosti vlaku, jsou závislé na splnění podmínek na řazení vlaku. Vysvětlení jednotlivých podmínek je popsáno v následujícím textu. Jde o tyto:

- **Podm. 1)** Je-li vlak brzděn v režimu P, je povoleno v tomto vlaku ponechat u nejvýše dvou vozů brzdy v režimu G, ovšem pouze tehdy, nejsou-li příslušné vozy vybaveny přestavovači režimů brzdění G-P (N-O) nebo pokud není možné tyto přestavovače přestavit. Přitom musí platit, že dopravní hmotnost vozů brzděných v režimu G není vyšší, než dopravní hmotnost vozů brzděných v režimu P. Zároveň nesmí být přestavovač u žádného z vozů vlaku přestaven v poloze pro brzdění v režimu R.
- **Podm. 2)** Ve vlaku os. dopravy, který je brzděn v režimu P a má stanovenou rychlost:
 - alespoň v části tratě 90 km/h nebo vyšší, může být v režimu R brzděn libovolný počet vozů vlaku (i se započtením dané brzdící váhy), je-li to zapotřebí pro dosažení potřebných brzdících procent vlaku nebo nelze-li u vozů přestavovač do polohy P přestavit (například z důvodu krátkého pobytu vlaku). Zároveň nesmí být u žádného z vozů zařazených ve vlaku žádný přestavovač v poloze G nebo R+Mg,
 - 89 km/h nebo nižší mohou být přestavovače u libovolného počtu vozů přestaveny v poloze R, nelze-li je ze závažných důvodů přestavit do polohy P (důvodem

může být například krátký pobyt vlaku). Jako brzdící váhu ovšem musíme považovat hodnotu brzdící váhy, která je nejvýše rovna hodnotě brzdící váhy pro přestavovač v poloze P (je-li na voze tato hodnota uvedena). Zároveň nesmí být u žádného z vozů vlaku přestavovač přestaven v poloze G nebo R+Mg.

- **Podm. 3)** Ve vlaku os. dopravy, který je brzděný v režimu R a jehož stanovená rychlost je:
 - do 120 km/h lze brzdít vozy s přestavovači v poloze P tehdy, nemají-li příslušné vozy přestavovač P-R, nelze-li je do polohy R přestavit nebo je nelze v poloze R ponechat. Zároveň nesmí mít žádný z vozů vlaku přestavovač režimu brzdění v poloze R+Mg. Pokud je u některého z vozů brzda v poloze R+Mg, nesmí být u žádného z vozů v tomto vlaku brzda zapnuta v poloze P,
 - 121-160 km/h včetně, je dovoleno při závažných důvodech ponechat přestavovače režimu brzdění v poloze R+Mg nejvíce u jedné poloviny všech vozů, přičemž žádný z vozů zařazených ve vlaku nesmí mít přestavovač režimu brzdění v poloze P. Pokud mají vozy uvedenu brzdící váhu i červeně, započítává se tato hodnota do skutečné brzdící váhy vlaku.

Hodnota brzdící váhy u vozů s přestavovačem režimu brzdění v poloze R+Mg se smí započítat do skutečné brzdící váhy pouze v případě, že při úplné zkoušce brzdy proběhlo také ověření funkce Mg-brzdy. V osobním vlaku, který je brzděný v režimu R, nesmí být u žádného z vozů přestavovač režimu brzdění v poloze G. Činné lokomotivy zařazené ve vlaku, mohou mít přepínač režimu brzdění zapnutý v poloze P, pokud nemají polohu R.

- **Podm. 4)** Ve vlaku os. dopravy, který je brzděn v režimu R+Mg a jehož stanovená rychlost je:
 - 121-160 km/h včetně, je dovoleno brzdít brzdami v poloze R nejvíce jednu polovinu z celkového počtu vozů zařazených ve vlaku, ovšem pouze tehdy, nelze-li kvůli poruše Mg-brzdy tuto polohu nastavit nebo pokud vůz není vybaven přestavovačem s polohou brzdy R+Mg. V čele vlaku smí mít zapnutý přestavovač v poloze P nebo P+E nejvýše dvě lokomotivy. Jestliže je délka soupravy větší než 60 náprav, musí být všechny brzdy přepnuty do polohy R. Pokud je na vozech uvedena brzdící váha pro polohu R i červeně, započítává se tato hodnota do skutečné brzdící váhy vlaku,
 - 161 km/h a vyšší musí být všechny vozy brzděny v poloze R+Mg, zároveň může být jedno hnací vozidlo v čele vlaku brzděno brzdou s přestavovačem v poloze P

nebo P+E. Pokud nelze některou z podmínek splnit, musí být písemným rozkazem stanovená rychlost vlaku omezena na nejvýše 160 km/h.

Ve vlaku os. dopravy, který je brzděný s brzdami v poloze R+Mg nesmí být žádný z vozů brzděn s přestavovači v poloze P nebo G.

- **Podm. 5)** U osobních vozů, které jsou vybaveny brzdou s přestavovačem režimu brzdění s polohou R a u kterých je brzdící váha vyznačená jak červenou tak černou barvou, se započítává ta brzdící váha, která je vyznačena červeně.

U osobních vozů, které jsou vybaveny brzdou pro brzdění v režimu R a Mg-brzdou zapínanou do činnosti rychločinným brzděním při rukojeti přestavovače v poloze R+Mg, se brzdící váha pro tuto polohu uvažuje vždy u vlaků, které mají jako režim brzdění předepsaný režim R+Mg. U vlaků osobní dopravy, které mají předepsaný režim brzdění R, se uvažuje hodnota brzdící váhy platná pro tento režim (popř. i hodnota vyznačená červeně), u vozů které mají přestavovač v poloze R+Mg pouze tehdy, jsou-li splněny podmínky z podm. 3.

Ve vlaku osobní dopravy musí být průběžné brzdy všech vozů zapojeny do průběžného potrubí (brzdy) vlaku. V každém vlaku osobní dopravy je možné ponechat maximálně jeden vůz s vypnutou průběžnou brzdou a to tehdy, když se nejedná o tyto případy:

- stanovená rychlost vlaku je 161 km/h a vyšší,
- první nebo poslední vozidlo vlaku,
- výchozí stanici vlaku, která je domovskou stanicí vlaku nebo místem domovského depa kolejových vozidel
- stanici, ve které byla zjištěna závada na brzdě při konečné technické prohlídce (toto se netýká vozů odeslaných do domovského DKV, OOR a domovských stanic),
- stanici, do níž byla jednotka přistavena z depa kolejových vozidel.

Následující tabulka Tab. 11, popisuje zařazování brzd do vlaku osobní dopravy při daných režimech, dle vnitřního předpisu společnosti České dráhy. Vysvětlení podmínek, které platí pro danou stanovenou rychlost vlaku a jsou vypsány vždy v posledním sloupci, je sepsáno v textu výše.

Tab. 11: Zařazování brzd do vlaků osobní dopravy dle Českých drah. Podle [1]

režim brzdění	Počet vozů brzděných v daném režimu					
	P	R	G	R+Mg	vypnuto	Podm.
P	většina	žádný	2	žádný	1	1
P pro $v \geq 90$ km/h (v části trati)	většina	libovolný	žádný	žádný	1	2
P pro $v \leq 89$ km/h (v části trati)	většina	libovolný	žádný	žádný	1	2
R pro $v < 120$ km/h	libovolný, ale žádný režim R+Mg	většina	žádný	libovolný, ale žádný režim P	1	3 a 5
R pro $121 < v \leq 160$ km/h	žádný	většina	žádný	nejvýše polovina vozů	1	3 a 5
R+Mg pro $121 < v \leq 160$ km/h	žádný	nejvýše polovina vozů	žádný	většina	1	4 a 5
R+Mg pro $v \geq 160$ km/h	žádný	žádný	žádný	všechny	1	4 a 5

Přehled situací, kdy nesmí být průběžná brzda vozidla zařazeného ve vlaku osobní dopravy vypnutá, dle jednotlivých vnitřních předpisů dopravců, je popsán tabulkou Tab. 12.

Tab. 12: Přehled situací, kdy je průb brzda vozidla vypnutá.

dopravce	průběžná brzda jednoho vozu ve vlaku os. dopravy smí být vypnuta, nejedná-li se o tyto případy
ČD Cargo	vnitřní předpis dopravce neřeší vlaky osobní dopravy
České dráhy	vlak se stanovenou rychlostí 161 km/h a vyšší
	první nebo poslední vozidlo vlaku
	výchozí stanice vlaku
	Stanice, v nichž byla závada na brzdě zjištěna při konečné tech. prohlídce. stanici, do níž byla jednotka přistavena z depa kolej. vozidel
AWT	poslední vozidlo vlaku,
	výchozí stanice vlaku
	Stanice, v nichž byla závada na brzdě zjištěna při konečné tech. prohlídce.
Arriva	vlak se stanovenou rychlostí 161 km/h a vyšší
	první nebo poslední vozidlo vlaku
	výchozí stanici vlaku, která je domovskou stanicí vlaku

3.4.5 Technologie brzdění vlaků nákladní dopravy

Požadavky na brzdění a řazení vlaků nákladní dopravy se stejně jako u vlaků osobní dopravy pro jednotlivé dopravce liší. Jednotlivé podmínky a rozdíly v nich jsou popsány v následujícím textu.

Z vnitřního předpisu společností České dráhy a Arriva vyplývá, že délka taženého vlaku nákladní dopravy, smí být nejvýše 700 metrů, přičemž vnitřní předpis společnosti Arriva přidává podmínku, že tažený vlak nákl. dopravy v režimu SS smí mít nejvýše 600 metrů. Délka sunutého vlaku nákladní dopravy smí být dle vnitřního předpisu obou společností nejvýše 300 metrů. Vnitřní předpis společnosti AWT řeší otázku délky vlaku pouze podmínkou, kdy délka vlaku brzděného v režimu P, smí být nejvýše 700 metrů. Dle vnitřního předpisu společnosti ČD Cargo platí, že délka taženého vlaku nákladní dopravy smí být nejvýše 700 metrů. Pokud se jedná o tažený vlak v režimu SS, smí být jeho délka maximálně 600 metrů. Jiné podmínky se v tomto předpise nevyskytují. Následující tabulka Tab. 13, nabízí stručný přehled podmínek jednotlivých dopravců, týkajících se maximální délky vlaku nákladní dopravy. [1,2,3,4]

Tab. 13: Maximální délky vlaků dle vnitřních předpisů dopravců. Podle [1,2,3,4]

Dopravce	Maximální délka vlaku nákl. dopravy
Arriva	Tažený vlak nejvíce 700 metrů (v režimu SS max. 600 metrů)
	Sunutý vlak nejvíce 300 metrů (vždy však podle ustanovení TTP pro příslušnou trať)
České Dráhy	Tažený vlak nejvíce 700 metrů
	Sunutý vlak nejvíce 300 metrů
AWT	Vlak brzděný v režimu P nejvýše 700 metrů
ČD Cargo	Tažený vlak nejvíce 700 metrů (v režimu SS max. 600 metrů)

Dále platí, že vnitřní předpisy všech dopravců, kromě společnosti AWT, započítávají do délky vlaku v metrech všechna vozidla zařazená ve vlaku, kromě činných hnacích vozidel řazených na začátku a konci vlaku. Vnitřní předpis společnosti AWT udává, že do délky vlaku se ve spojitosti se součinitelem kappa nezapočítává pouze délka vedoucího hnacího vozidla a délka nezavěšeného postrku, přičemž délka ostatních hnacích vozidel se do této délky započítat musí.

Dle vnitřních předpisů společnosti České dráhy platí, že nákladní vlaky o stanovené rychlosti nad 100 km/h musí být brzděny I. způsobem brzdění. Ostatní nákladní vlaky o stanovené rychlosti 100 km/h a nižší mohou být brzděny I. způsobem brzdění, je-li to nutné např. při převaze brzd P nebo R ve vlaku nebo účelné, např. pro zvýšení stanovené rychlosti nákladního vlaku na spádu. Nákladní vlak, který je brzděný I. způsobem brzdění, se brzdí:

- v režimu P, současné zapnutí některých brzd v polohách R nebo R+Mg není přípustné,
- v režimu R, současné zapnutí některých brzd v režimech P nebo R+Mg není přípustné.

Vlaky, které jsou určeny k přepravě kamionů a jejichž stanovená rychlost je vyšší než 100km/h, mohou být brzděny II. způsobem brzdění, ovšem po vzájemné dohodě obou zúčastněných železničních správ. Následující tabulka Tab. 14, zobrazuje způsob brzdění v závislosti na stanovené rychlosti vlaku nákladní dopravy, přičemž určuje i režim brzdění pro I. způsob brzdění:

Tab. 14: Závislost způsobu brzdění vlaku na stanovené rychlosti vlaku dle Českých drah.[1]

stanovená rychlost vlaku	způsob brzdění vlaku	režim brzdění vlaku
nad 100 km/h	musí být brzděn I. způsobem brzdění	P, současně žádné R nebo R+Mg
		R, současně žádné P nebo R+Mg
100 km/h a nižší	může být brzděn I. způsobem brzdění, je-li to nutné nebo účelné	

Z vnitřních předpisů společnosti Arriva vyplývá, že vlak nákl. dopravy je brzděn I. způsobem brzdění, pokud je to uvedeno v záhlaví jeho TJŘ. Údaj o brzdění vlaku I. způsobem je uveden společně s údajem o délce vlaku, pro kterou platí daná předepsaná výměra brzdících procent. V ostatních případech je vlak nákladní dopravy brzděn druhým způsobem brzdění. Pokud je vlak nákladní dopravy brzděný I. způsobem brzdění, brzdí se v režimu P dle tabulky Tab. 15.

Tab. 15: Závislost režimu brzdění vlaku nákladní dopravy na dopravní hmotnosti vlaku dle Arriva.[3]

dopravní hmotnost vlaku	režim brzdění vlaku
menší než 800 t	celý v režimu P
800 - 1200 t	v režimu P, činná HV v čele vlaku jsou v režimu G
vyšší než 1200 t	činná HV v čele vlaku a prvních 5 tažených vozidel v režimu G, ostatní vozidla v režimu P

Pro Arriva dále platí, že při přestavování rozvaděčů u prvních pěti tažených vozidel v čele vlaku do režimu G, musí být u článkových nebo klubových vozů zajištěno, aby byl na všech částech tohoto vozidla nastaven stejný brzdící režim. Pokud připadá pátý rozvaděč na jednu polovinu kloubového vozu, musí být do režimu G přestaven celý kloubový vůz.

Je-li vlak nákladní dopravy brzděn v režimu P, tak je uvnitř tohoto vlaku přípustné zapnutí brzd v režimu G maximálně u dvou vozů. Současné zapnutí brzd v režimech R nebo R+Mg není v předpisech Arriva, stejně jako v předpisech společnosti České dráhy povoleno.

Dle vnitřních předpisů společnosti ČD Cargo platí, že vlaky nákladní dopravy jsou brzděny I. způsobem brzdění v režimu P, pokud plán řazení vlaků nákladní dopravy nestanoví jinak. Vlaky nákladní dopravy, jejichž rychlost je vyšší než 100 km/h musí být vždy brzděny I. způsobem brzdění.

Dojde-li ke změně čísla vlaku nákladní dopravy, dopravovaného ČD Cargo, který je brzděn I. způsobem brzdění, na jiné, kterým je vlaku předepsán II. způsob brzdění, zůstane vlak dále brzděn I. způsobem brzdění. Je-li ovšem smluvními vztahy s jinými ŽDP vyžadována změna způsobu brzdění, přestaví určený zaměstnanec přestavovače režimu brzdění na vozidlech, stanoví nová skutečná brzdící procenta vlaku a následně vypracuje novou ZOB, popřípadě doplní původní. Dojde-li k situaci, kdy je vlaku brzděnému II. způsobem brzdění změněno číslo na jiné, kterým je tomuto vlaku předepsán I. způsob brzdění, přestaví určený zaměstnanec přestavovače režimu brzdění na jednotlivých vozidlech vlaku do polohy P s přihlédnutím na hmotnost soupravy vozidel vlaku, určí nová skutečná brzdící procenta vlaku a vypracuje novou zprávu o brzdění, popřípadě doplní zprávu původní.

Vnitřní předpis společnosti AWT udává, že způsob brzdění jednotlivých vlaků je určen jejich TJŘ a to, má-li být vlak brzděn I. způsobem brzdění v režimu P nebo II. způsobem brzdění v režimu G.

Dále pro AWT platí, že vlaky nákladní dopravy, jejichž stanovená rychlost je vyšší než 100 km/h jsou brzděny I. způsobem brzdění v režimu P, přičemž musí být dodrženo, že v tomto vlaku jsou všechna vozidla bržděna v režimu P a to bez ohledu na dopravní hmotnost vlaku. Nelze-li u některých vozidel přestavit brzdy do režimu P, musí být u těchto vozidel průběžná brzda vypnuta, přičemž musí být splněny podmínky, které jsou obsaženy níže v kapitole zabývající se řazením nákladních vlaků dle vnitřního předpisu společnosti AWT. Pro vlaky nákladní dopravy, jejichž stanovená je 100 km/h a nižší, platí, že tyto vlaky mohou být brzděny I. způsobem brzdění v režimu P, je-li to nutné nebo účelné.

3.4.6 Technologie řazení vlaků nákladní dopravy

Pro společnost České dráhy z jejího vnitřního předpisu vyplývá, že u vlaků nákladní dopravy se zapnou do činnosti všechny způsobilé brzdy, pokud tomu nebrání ustanovení jiných předpisů Českých Drah.

Společnost Arriva má svým vnitřním předpisem tuto podmínku upravenou, neboť platí, že u vlaků nákladní dopravy se musí uvést do činnosti všechny způsobilé brzdy tehdy, je-li vlak brzděn v režimu P. Dále pro Arriva platí, že vozidla bez brzdy nebo s brzdou vypnutou lze dopravovat tehdy, nejsou-li zařazena ve vlaku jako první nebo poslední vozidlo vlaku. Tato vozidla musí být řazena tak, aby mezi průběžně brzděnými vozidly nebyla zařazena skupina vozidel bez brzdy nebo s brzdou vypnutou o celkovém počtu 8 náprav. Vozy, jejichž brzda je vypnuta, se nezapočítávají mezi prvních 5 rozvaděčů, které je dle tabulky závislosti režimu brzdění na dopravní hmotnosti vlaku, nutno přestavit do režimu G.

Je-li vlak, dopravovaný společností Arriva, brzděný v režimu G, musí být všechny způsobilé brzdy uvedeny do činnosti, pokud tomu nebrání ustanovení jiných předpisů, přičemž je možno v těchto vlacích dopravovat vozidla s vypnutou brzdou nebo bez brzdy, ovšem jen tehdy, nejedná-li se o první nebo poslední vozidlo vlaku.

Pro společnost ČD Cargo z jejího vnitřního předpisu vyplývá, že u vlaků nákladní dopravy se zapnou do činnosti všechny způsobilé brzdy, pokud tomu nebrání ustanovení vnitřního předpisu KVs3-B-2010 nebo jiných norem.

Pro společnost AWT platí podmínka, která udává, že se ve vlaku nákladní dopravy zapnou do činnosti všechny způsobilé brzdy, pokud tomu nebrání okolnosti jako zařazení mimořádné zásilky nebo vozy lehké stavby.

Pro společnosti ČD Cargo, České Dráhy a AWT, dle jejich vnitřních předpisů platí, že ve vlaku nákladní dopravy, musí být vozidla řazena tak, aby mezi vozidly brzděnými průběžnými brzdami nebyla skupina vozidel, ve které jsou vozidla bez brzdy, nebo která mají brzdou vypnutou, a to o celkovém počtu náprav větším než:

- 16, jedná-li se o prázdné vozy,
- 12, jedná-li se o skupinu vozů, v nichž je část vozů nebo všechny vozy ložené, přičemž za ložená vozidla považujeme také lokomotivy, kolejové jeřáby a vozidla, jejichž hmotnost je vyšší než 50 tun,

- 8, jedná-li se o skupinu vozidel mezi vedoucím hnacím vozidlem a prvním průběžně brzděným vozidlem. Nápravy hnacích vozidel, které mají průběžnou brzdu vypnutou a jsou spojeny vícenásobným řízením, se do tohoto počtu zahrnují také.

Pro společnost Arriva platí předchozí podmínky, týkající se řazení vozidel bez brzdy do vlaku také, ovšem pouze pro vlaky nákladní dopravy brzděné v režimu G.

Z vnitřního předpisu společnosti Arriva dále vyplývá, že pro vlak nákladní dopravy, který je brzděný v režimu G platí tyto podmínky:

- žádný rozvaděč nesmí být zapnutý v režimu R ani R+Mg,
- režim P smí být nastaven nejvýše u dvou vozů,
- v režimu P nebo P+E smí být brzděny lokomotivy v čele vlaku,
- skupina vozů s malými koly se považuje z hlediska řazení vlaku za jeden kloubový vůz,
- je-li ve vlaku nákladní dopravy zařazeno méně než 10 % vozů v režimu SS nebo vozů se špalíkovou brzdou s nekovovými špalíky typu LL, vypne se u těchto vozů brzda z činnosti. Brzda smí zůstat zapnuta pouze v těchto případech:
 - jde-li o poslední vozidlo vlaku,
 - je-li brzdící váha těchto vozů potřebná k tomu, aby bylo dosaženo potřebných brzdících procent pro daný vlak. V takovém případě je strojvedoucím upravena technologie brzdění.

Z vnitřního předpisu společnosti České dráhy dále pro řazení vlaků nákladní dopravy vyplývají následující podmínky:

- u nákladních vozů, brzděných v režimu SS se tlaková brzda vypne z účinkování v případě, že je množství těchto vozů v soupravě menší než 10 %, pro dosažení předepsaných brzdících procent se však ponechá u nezbytného počtu vozů průběžná brzda zapnutá, přičemž musí být dodrženy podmínky, týkající se řazení prázdných vozů do vlaků nákladní dopravy,
- pokud je ve vlaku zařazena skupina vozů s malými koly, považujeme ji za jeden kloubový vůz.

Je-li vlak nákladní dopravy, dopravovaný společností České dráhy, brzděn v režimu G, mohou být přestavovače režimů brzdění v poloze P u nejvýše dvou vozů tehdy, je-li to nutné pro dosažení předepsaných brzdících procent vlaku nebo tehdy, nelze-li polohu G nastavit. Takto nesmí být užity nové osobní vozy od výrobce nebo vozy dopravovány po opravě v OOR. Dále platí, že v případech kdy má být ve vlaku nákladní dopravy, který je brzděný

v režimu G, zařazena skupina osobních vozů, jejichž celkový počet náprav je větší než 16 a které nemají přestavovače G-P, musí být tyto vozy rozděleny ve vlaku tak, aby byla dodržena podmínka týkající se řazení prázdných vozů do vlaků nákl. dopravy. Je-li vlak brzděn v režimu G, nesmí být u žádného ze zařazených vozů brzda v poloze R nebo R+Mg. Brzda HV, ze kterého je průběžná brzda vlaku ovládána, smí být v poloze P nebo P+E.

Z vnitřního předpisu společnosti České dráhy dále vyplývá, že návěsní vůz vlaku nákladní dopravy, tj. poslední vůz tažených a první vůz sunutých vlaků musí mít zapnutou a správně účinkující průběžnou brzdu. Pokud dojde k přidání nebo odvěšení vozidel, řazených na koncích soupravy, musí nový návěsní vůz vyhovovat podmínkám pro návěsní vůz. U sunutých vlaků musí mít první vůz také kohout záchranné brzdy. Je-li ve vlaku nákladní dopravy řazen jako první vůz, vůz služební, musí první následující vůz za ním splňovat požadavky pro návěsní vůz. Tabulka Tab. 16 nabízí přehled řazení vozidel do vlaků nákladní dopravy dle předpisů Českých drah.

Vysvětlivky k přehledu řazení vozů nákladní dopravy v tabulce Tab. 16.

- Důvody:
 - 1) je-li to nutné pro dosažení potřebných brzdících procent vlaku,
 - 2) jen tehdy, nelze-li stanovený režim brzdění nastavit,
 - 3) jen tehdy, není-li vůz vybaven přestavovačem s polohou R+Mg nebo jej do této polohy nejde přestavit.
- Poznámky:
 - 4) hnací vozidlo může mít přestavovač režimu brzdění v poloze P nebo P+E,
 - 5) hmotnost vozů brzděných v režimu G smí být maximálně rovna hmotností vozů brzděných v režimu P,
 - 6) brzdící váha vozů, které mají přestavovač v poloze G, se započítá pouze 70% vyznačené brzdící váhy,
 - 7) brzdící váha se započítá pro polohu přestavovače P,
 - 8) činná hnací vozidla smí být brzděna v poloze P, pokud nemají polohu R,
 - 9) v režimu P nebo P+E smí být brzděna nejvýše dvě hnací vozidla v čele vlaku,
 - 10) má-li souprava více než 60 náprav, musí být všechny brzdy přestaveny do polohy R,
 - 0) při jízdě na tratích ČD je-li dovolená rychlost nejvýše 120 km/h, není počet vozů omezen, přičemž žádný vůz nesmí mít přestavovač v poloze P nebo v poloze G.

Tab. 16: Přehled řazení nákladních vlaků dle požadavků společnosti České dráhy.[1]

režim brzdění vlaku, rychlost [km/h]	počet vozů brzděných v daném režimu				
	G	P	R	R+Mg	poznámka
G	většina	2	žádný	žádný	důvod: 1 pozn.: 4
P	2	většina	žádný	žádný	důvod: 2 pozn.: 5,6
P pro $V \leq 89$	žádný	většina	libovolný	žádný	důvod: 2 pozn.: 7
P pro $V \geq 90$	žádný	většina	libovolný	žádný	důvod: 1,2
R pro $V \leq 120$	žádný	většina	libovolný	žádný	důvod: 2 pozn.: 8
R pro $V \leq 120$	žádný	libovolný	většina	nejvýše polovina	pozn.: 9,10
R pro $V = 121-160$	žádný	žádný	většina	nejvýše polovina	pozn.: 9,10
R+Mg pro $V = 121-160$	žádný	žádný	nejvýše polovina pozn.: 0	většina	důvod: 3 pozn.: 9,10
R+Mg pro $V \geq 161$	žádný	žádný	žádný	většina	pozn.: pouze jedno HV, dle 9

Následující odstavec obsahuje požadavky na řazení vozidel do vlaků nákladní dopravy dle vnitřního předpisu společnosti ČD Cargo. Tento předpis udává stejně, jako předpis společnosti České dráhy, že tlaková brzda u vozů v režimu SS se v případě, kdy je množství těchto vozů zařazených ve vlaku menší než 10 %, vypne z činnosti. Zapnuta může zůstat pouze tehdy, je-li to nutné pro dosažení předepsaných brzdících procent vlaku, přičemž musí být dodrženy podmínky pro řazení vozů bez brzd do vlaků nákladní dopravy.

Stejně tak pro ČD Cargo platí, že ve vlaku nákladní dopravy, který je brzděný v režimu G smí být zařazeny nejvýše dva vozy brzděné v režimu P, a to tehdy, je-li to nutné k dosažení předepsaných brzdících procent pro daný vlak. Následující podmínka je od předpisů předešlých dvou společností (České dráhy, Arriva) odlišná. Jedná se o podmínku, kdy ve vlaku nákladní dopravy, který je brzděný v režimu P, musí být vozidla řazena v závislosti na hmotnosti soupravy vozidel vlaku. Tabulka Tab. 17, popisuje přehled řazení vozidel ve vlaku nákladní dopravy v závislosti na hmotnosti soupravy vozidel vlaku.

Tab. 17: Podmínky pro řazení brzd do vlaků nákladní dopravy dle ČD Cargo.[2]

Hmotnost soupravy vozidel	Nastavení přestavovačů režimu brzdění		Sestava vlaku-podmínky
	Činná hnací vozidla na začátku vlaku	Ostatní vozidla vlaku	
<800 t	P	P	
≥800 t a ≤1200 t	G	P	
≥1200 t a ≤1600 t (v provozu ČDC >1200 t a ≤2500 t	G	Prvních pět vozidel za činným hnacím vozidlem brzděno v režimu G, ostatní vozidla v režimu P	Jestliže je ve skupině prvních pěti vozidel za činným HV na začátku vlaku zařazen článkový nebo kloubový vůz, započítává se každá jejich část, jako jedno vozidlo brzděné v režimu G, přičemž na všech částech těchto vozů musí být přestavovače režimu brzdění ve stejné poloze (jsou-li jimi vybaveny)
>1600 t a ≤2500 t			V soupravě vozidel provozovaných mezi ČDC a jinými dopravci nesmí být: a) zařazen žádný vůz článkový nebo kloubový, b) zařazeno vozidlo o dopravní hmotnosti menší než 32 t
>2500 t a ≤4000 t			V soupravě vozidel provozovaných mezi ČDC a jinými dopravci nesmí být: a) zařazen žádný vůz článkový nebo kloubový, b) zařazeno vozidlo o dopravní hmotnosti menší než 40 t

Vlak, jehož hmotnost soupravy je vyšší než 4000 tun, musí být vždy brzděn v režimu G.

Ve vlaku nákladní dopravy, dopravovaném společností ČD Cargo, který je brzděný v režimu P, mohou být kromě případů vyjmenovaných výše, ponechány kdekoliv u nejvýše dvou vozů přestavovače režimu brzdění v poloze G, ovšem pouze tehdy, nemají-li tyto vozy přestavovače režimu brzdění G-P (N-O) nebo nelze-li je do této polohy přestavět, přičemž musí platit, že dopravní hmotnost vozů, které jsou brzděny v režimu G, nesmí být vyšší, než dopravní hmotnost vozů brzděných v režimu P.

Stejně jako ve vnitřním předpise společnosti ČD Cargo platí i pro České dráhy a.s. podmínka, která udává, že ve vlaku nákladní dopravy nesmí být současně kombinovány brzdy s přestavovači v poloze G s brzdami s přestavovači v poloze R nebo R+Mg. Stejně tak

je totožná i podmínka, že lokomotiva, ze které se ovládá průběžná brzda vlaku, může být brzděna v režimu P nebo P+E. Totožné s předpisem společnosti ČD Cargo, jsou také podmínky, týkající se vlaků přecházejících z jiného ŽDP nebo do jiného ŽDP a také podmínky vztahující se k návěsním vozům vlaku. Dále vnitřní předpis Českých drah udává, že v případech kdy nemá poslední náběžník upotřebitelnou průběžnou brzdu, musí:

- mít obsazenou ruční brzdu
nebo
- být za náběžníkem zařazeno vozidlo, které má buď účinkující průběžnou brzdu, nebo nemá-li některý náběžník upotřebitelné HP, tak vozidlo s obsazenou ruční brzdou. Pokud se jedná o náběžník lehké stavby, nesmí být jeho hmotnost vyšší než 65 tun.

Pro společnost AWT stejně jako pro ostatní dopravce platí, že za správné řazení vozidel do vlaku a za správnou polohu přestavovačů brzdění, zodpovídá zaměstnanec, který řídil sestavování daného vlaku. Pro vlak nákladní dopravy, brzděném v režimu G, platí dle podmínek společnosti AWT, že HV v čele vlaku musí být brzděno v režimu G, P nebo P+E, přičemž ostatní vozidla zařazená ve vlaku musí být brzděna v režimu brzdění G. Pokud nelze na zbývajících vozidlech tento režim nastavit, musí být průběžná brzda těchto vozů vypnuta, přičemž musí být dodrženy požadavky na zařazení vozidel bez brzd do vlaků nákladní dopravy a také musí být dodržena následující podmínka, kdy poslední vůz tažených, resp. první vůz sunutých vlaků musí mít průběžnou brzdu způsobilou a zapnutou. Pokud tyto podmínky nelze splnit, musí být zajištěna obsluha způsobilé ruční brzdy tohoto vozu, ovládané z plošiny vozu. Vnitřní předpis společnosti AWT, obsahuje navíc oproti ostatním dopravcům podmínky pro řazení souprav vozů řady LH40.

Dále pro AWT platí, že u sunutých vlaků musí mít první vůz způsobilou záchrannou brzdu, je-li touto brzdou vybaven. U vozů, které mají přestavovač režimu brzdění v poloze G, dle tabulky Tab. 18, kde jsou ostatní vozy brzděny v poloze P, se započítává 75 % vyznačené brzdící váhy daného vozidla.

U vlaků, které jsou předávány jiným dopravcům, může být technologickým postupem pro danou relaci stanoveno, že podmínku zapnuté a způsobilé průběžné brzdy musí splňovat dva vozy na koncích vlaku. Technologickým postupem pro danou relaci může být stanoveno, že vlaky nákladní dopravy přebírané nebo předávané jiným dopravcům jsou brzděny řazený dle tabulky Tab. 18.

Tab. 18: Řazení vlaků nákladní dopravy v závislosti na dopravní hmotnosti dle předpisů AWT.[4]

Dopravní hmotnost vlaku [t]	nastavení přestavovačů režimu brzdění		poznámky
	činná HV na začátku vlaku	ostatní vozidla vlaku	
do 799	P	P, pokud nelze na vozidle režim P nastavit, musí být jeho průběžná brzda vypnuta	
800 - 1200	G	P, pokud nelze na vozidle režim P nastavit, musí být jeho průběžná brzda vypnuta	
1201 - 1600	G	prvních 5 vozidel v čele vlaku v režimu G ostatní v režimu P, pokud nelze na vozidle režim P nastavit, musí být jeho průběžná brzda vypnuta	je-li mezi prvními 5-ti vozy zařazen kloubový vůz nebo článkový vůz, započítá se každá jeho část jako jedno vozidlo brzděné v G. Pokud se stane, že má být část vozu brzděna v G a část v P, musí být obě brzděny v G i když bude počet vozů brzděných v G větší než 5.
1601 - 2500			Ve vlaku nesmí být zařazen kloubový ani článkový vůz ani vozidlo s dopravní hmotností menší než 32 tun
2501 - 4000			Ve vlaku nesmí být zařazen kloubový ani článkový vůz ani vozidlo s dopravní hmotností menší než 40 tun
4001 - 6000			Ve vlaku nesmí být zařazen kloubový ani článkový vůz, všechna vozidla musí mít automatické spřáhlo UIC

3.4.7 Provoz vozidel s ručními brzdami

Dle vnitřního předpisu společnosti ČD Cargo platí, že na vlaku musí být tolik upotřebitelných ručních brzd, aby byla dosažena jejich potřebná brzdící váha v místě největšího sklonu tratě na dopravní cestě vlaku. K tomuto účelu smí být použita také pořadací brzda, která je

ovládána ze země pomocí ručního kola (dále jen ruční brzda). Následující tabulka Tab. 19 uvádí, předepsaná brzdící procenta pro výpočet potřebné brzdící váhy ručních brzd v závislosti na sklonu tratě v místě, ve kterém vlak zastaví.

Tab. 19: Předepsaná brzdící procenta ručních brzd v závislosti na sklonu tratě pro společnost ČD Cargo.[2]

Sklon tratě v místě zastavení	Předepsaná brzdící procenta
do 5‰ včetně	2 %
5,1 ‰ – 10 ‰	3 %
10,1 ‰ – 20 ‰	5 %
20,1 ‰ – 40 ‰	10 %
40,1 ‰ a více	30 % nebo podle ustanovení platných pro příslušnou trať

Pokud nelze podmínky uvedené v tabulce splnit, jedná se o tzv. „Vlak sestavený z vozů bez upotřebitelných ručních brzd“. V takovém případě jsou podmínky pro zajištění vlaku proti pohybu v místě největšího sklonu tratě na dopravní cestě vlaku, stanoveny určeným zaměstnancem dispečerského aparátu ČD Cargo (dále jen DAC).

Jako brzdící váha ruční brzdy se dle vnitřních předpisů společnosti ČD Cargo považuje hodnota, která je pro příslušnou ruční brzdou vyznačená na voze, ale pouze tehdy, nepřekračuje-li tuto hodnotu dopravní hmotnost vozu, jinak nejvýše jeho dopravní hmotnost. Není-li hodnota brzdící váhy ruční brzdy na voze uvedena, považuje se ruční brzda takového vozu za neupotřebitelnou.

K zajištění vozu proti pohybu se nesmí započítat následující brzdící váhy:

- ručních brzd hnacích vozidel,
- vozů s chybějícím nebo poškozeným zábradlím na plošině pro obsluhu ruční brzdy,
- u vozů s poškozenou podlahou plošiny pro obsluhu ruční brzdy nebo s chybějícími nebo poškozenými stupátky k ní,
- u vozů označených správkovými nálepkami se symboly nepoužitelné ruční brzdy.

Pořadací brzda smí být pro zastavení posunovacího dílu při posunu použita tehdy, nepřekračuje-li rychlost 5,5 km/h, při současném zajištění bezpečnosti zaměstnanců při pohybu vedle kolejí.

Pokud jsou k zajištění vozidla proti pohybu použity místo ruční brzdy zarážky, umísťují se pod kola na jednu stranu vozidel. Je-li kolej, na které jsou vozidla odstavena na spádu větším než 2,5 ‰, musí být taková vozidla vždy podložena na straně spádu (na rovině a na spádu do 2,5 ‰ včetně, musí být podložena z obou stran). Při podložení vozidla se brzdící váhou rozumí podíl z jeho hrubé hmotnosti, která spočívá na podložené nápravě. Zarážka musí být položena tak, aby:

- přiléhala na kolejnici svou celou třecí plochou,
- příruba zarážky přiléhala na vnitřní stranu kolejnice,
- byl jazyk zarážky v kontaktu s podloženým kolem nápravy.

Jsou-li v soupravě vlaku vozy s ručními brzdami, zodpovídá za jejich zkoušku zaměstnanec, řídící sestavu vlaku. Jejich čísla jsou zapsána do ZOB.

Ruční brzda se považuje za upotřebitelnou, lze-li jí utáhnout a povolit, dle požadavků vnitřního předpisu společnosti ČD Cargo.

Má-li být u vozu, který je odstavený a zabrzděný průběžnou brzdou utažena ruční brzda, musí se:

- u vozů se špalíkovými brzdami:
 - vypustit z prostorů průběžné brzdy daného vozu veškerý vzduch, případně i vypnout brzdu, je-li na soupravě hnací vozidlo s kompresorem v provozu,
 - zkontrolovat odlehnutí brzdových zdrží,
 - zabrzdit ruční brzda,
 - ověřit dolehnutí brzdových špalíků.
- u vozů s kotoučovými brzdami:
 - zabrzdit ruční brzdu,
 - zkontrolovat zabrzdění ruční brzdy.

Způsob, jakým lze zajistit stojící vlak proti položením zarážek, je součástí vnitřního předpisu společnosti ČD Cargo a pro tuto práci je bezpředmětný. Při podložení vlaku zarážkami, považujeme za potřebnou brzdící hmotnost podložených vozidel podíl z jejich dopravní hmotnosti spočívající na podložených nápravách. Dále platí, že každé HV, dopravující vlaky nákladní dopravy, musí být pro případné použití na trati vybaveno 4 zarážkami.

Dle vnitřního předpisu společnosti České dráhy platí, že jsou-li ve vlaku vozy s upotřebitelnou ruční brzdou, řadí se tak, aby byla tato brzda nejdále na 9. nápravě

od začátku i konce vlaku, přičemž počet náprav dopravovaných a činných hnacích vozidel se do počtu náprav nezapočítávají. (Toto pravidlo platí také pro společnosti Arriva a AWT). K tomuto účelu, lze použít také vozy s pořadací brzdou ovládanou ze země.

Dále z vnitřních předpisů Českých drah vyplývá, že je-li náběžník bez upotřebitelné průběžné brzdy, musí mít tento obsazenou ruční brzdu nebo za ním musí být zařazeno vozidlo s obsazenou ruční brzdou, jehož hmotnost smí být nejvýše 65 tun, jsou-li před ním zařazeny vozidla lehké stavby.

Pro společnost České dráhy platí téměř stejné podmínky, týkající se počtu upotřebitelných ručních brzd, jako pro společnost ČD Cargo, rozdíl je ovšem v hodnotě brzdících procent pro spád 40 ‰ a vyšší. Počet vyzkoušených a upotřebitelných ručních brzd ve vlaku, musí být tolik, aby bylo na rozhodném spádu dosaženo brzdících procent, daných tabulkou Tab. 20.

Tab. 20: Předepsaná brzdící procenta ručních brzd v závislosti na sklonu tratě pro společnost České dráhy. [1]

Sklon tratě v místě zastavení	Předepsaná brzdící procenta
do 5‰ včetně	2 ‰
5,1 ‰ – 10 ‰	3 ‰
10,1 ‰ – 20 ‰	5 ‰
20,1 ‰ – 40 ‰	10 ‰
40,1 ‰ a více	podle ustanovení platných pro příslušnou trať

K zajištění vozidel proti pohybu se nesmějí započítat brzdící váhy:

- pákových brzd vozů,
- ručních brzd hnacích vozidel,
- vozů bez zábradlí na plošině pro obsluhu ruční brzdy,
- u vozů s poškozenou podlahou plošiny pro obsluhu ruční brzdy nebo s chybějícími nebo poškozenými stupátky k ní.

Požadavky na umístění a správné položení zarážek a počet použitých zarážek, jsou totožné s požadavky, uvedenými ve vnitřním předpise společnosti ČD Cargo.

Ruční brzdy jsou vyzkoušeny zaměstnancem, který provádí soupis vlaku, členem obsluhy vlaku nebo zaměstnancem, kterého určí staniční řád, ten také zajistí zapsání čísel vozů s upotřebitelnou ruční brzdou do zprávy o brzdění. Za řazení a správné rozmístění vozů

s ručními brzdami, je odpovědný zaměstnanec, který řídil sestavu vlaku. Jsou-li na soupravě vozy vybaveny ručními brzdami, je za zařazení, vyzkoušení a překontrolování jejich zapsání do zprávy o brzdění povinností zaměstnance, který řídil sestavu vlaku.

Dle vnitřních předpisů společnosti České dráhy platí, že ruční brzda je upotřebitelná tehdy, když při vyzkoušení:

- u špalíkové brzdy po jejím utažení přilehnou:
 - u dvounápravových vozů všechny přístupné vnější zdrže (špalíky) na obou kolech kontrolované strany vozu,
 - u podvozkových vozů všechny přístupné vnější zdrže (špalíky) na obou kolech kontrolované strany vozu (u vícenápravových podvozků se kontrolují všechna kola kontrolované strany vozu),
- u kotoučové brzdy po jejím utažení u vozu:
 - s dvouokénkovým ukazatelem se okénko daného podvozku zacloní červeně (přitom musí být druhé okénko zacloněno zeleně). Vzduch z hlavního potrubí se nesmí vypustit dříve.
 - se zvláštním ukazatelem pro ruční brzdou se okénko zacloní červeně:
 - u mechanického ovládání, přičemž nezáleží na tom, zda je v brzdových válcích nebo hlavním potrubí vzduch či nikoliv,
 - u pneumatického ovládání vždy, přičemž záleží na tom, zda je v zásobním vzduchojemu tlak vzduchu dostatečný či nikoliv.

V každém vlaku, dopravovaném Českými drahami, který přepravuje cestující nebo dopravuje nákladní vozy, musí být tolik upotřebitelných ručních brzd, aby byla dosažena potřebná brzdící procenta dle tabulky Tab. 20 i při neschopnosti vedoucího HV vlaku na trati.

Povinností vedoucího vlaku Českých drah je určit vozy s upotřebitelnou ruční brzdou, které jsou potřebné pro zajištění stojícího vlaku proti ujetí dle tabulky Tab. 20 a určit vozy, na kterých mají jednotliví zaměstnanci obsluhy vlaku své příkázané stanoviště. Brzdy těchto vozů musí být před odjezdem vlaku ze stanice vyzkoušeny jednotlivými zaměstnanci obsluhy vlaku.

Jestliže u vlaku dopravovaného Českými drahami s přepravou cestujících dojde k neschopnosti hnacího vozidla, zajistí strojvedoucí vedoucího hnacího vozidla vlak proti pohybu tak, že zabrzdí průběžnou brzdou a na hnacím vozidle také přímočinnou brzdou.

Následně se použijí upotřebitelné ruční brzdy vozů, které se pouze utáhnou (další úkony se neprovádí).

Jestliže dojde k neschopnosti vedoucího HV u vlaku, který nedopravuje cestující, zajistí strojvedoucí vedoucího HV vlak proti pohybu tehdy, když:

- nebyl přetržen, zajistí strojvedoucí vlak zabrzděním vedoucího HV, případně zabrzděním tolika dalších vozů za tímto HV průběžnou brzdou snížením tlaku v HP na 3,5 bar, až je celková hmotnost takto zabrzděných vozidel dostačující. Současně s tímto úkonem uzavře za skupinou těchto vozidel kohout HP,
- byl přetržen:
 - u části vlaku až k místu přetržení se postupuje podle předchozího odstavce,
 - u druhého dílu vlaku, za místem přetržení:
 - bez ručních brzd položením zarážek, která jsou ve výbavě hnacího vozidla, pod nápravy vozů, aby bylo dle předchozí tabulky dosaženo potřebného množství zarážek. Tabulka, která uvádí způsob položení zarážek, proti pohybu stojícího nákladního vlaku, je součástí vnitřního předpisu společnosti České dráhy
 - s ručními brzdami podle předchozí tabulky, utažením potřebného množství vyzkoušených ručních brzd, které jsou uvedeny ve zprávě o brzdění. Pokud není počet těchto ručních brzd dostačující, postupuje strojvedoucí při zajištění vlaku proti pohybu tak, jako by se jednalo o vlak bez ručních brzd.

Stejně jako v předpisu společnosti ČD Cargo se také v předpise Českých drah vyskytuje požadavek, který uvádí, že každé hnací vozidlo, dopravující vlak nákladní dopravy musí být vybaveno čtyřmi zarážkami pro případné použití na trati.

Vnitřním předpisem společnosti Arriva je dáno, že je-li nemožné nebo nevýhodné přerazovat nákladní vlak vzhledem k umístění ručních brzd, ponechají se tyto vozy uvnitř vlaku. Takový vlak poté považujeme za vlak bez ručních brzd. Hnací vozidla, která tento vlak dopravují, musí být vybavena dostatečným počtem zarážek, aby bylo umožněno zajistit vlak proti pohybu i na největším sklonu tratě na plánované trase vlaku. Tento postup platí také u vlaku, jehož zařazené ruční brzdy nemají dostatečnou brzdící váhu. Tyto podmínky je nutno dodržet i pro vlaky, které jsou sestaveny jinými dopravci a které jsou dopravovány vlakovými náležitostmi společnosti Arriva.

Potřebný počet vozů s upotřebitelnými ručními brzdami nebo potřebný počet zářezek pro každý nákladní vlak stanoví dispečer společnosti Arriva s ohledem na největší sklon tratě na plánované dopravní cestě vlaku. Za zařazení a rozmístění potřebného počtu vozů s upotřebitelnými ručními brzdami nebo za dostatečné vybavení hnacích vozidel zářezkami zodpovídá zaměstnanec, který řídil sestavu vlaku. Dle vnitřních předpisů společnosti Arriva se pokládají ruční brzdy nákladních vozů za neupotřebitelné a nesmějí se započítat u vozů:

- které nemají zábradlí na plošině pro obsluhu ruční brzdy,
- s poškozenou podlahou plošiny, která slouží k obsluze ruční brzdy nebo s chybějícími popř. poškozenými stupátky k této plošině.

V každém vlaku, který je určen k přepravě cestujících, musí být vždy všechny ruční brzdy vyzkoušené a upotřebitelné, přičemž se čísla vozů s vyzkoušenými brzdami u takového vlaku do ZOB nezapisují.

Pro společnost AWT platí, kromě již výše zmíněných, že je-li vlak, který je přebírán od jiného dopravce, ve stavu kdy nesplňuje předchozí podmínku, lze jej přepravit do cílové stanice (místo dalšího předání), nestanovuje-li provozovatel příslušné dráhy jinak. Ruční brzdy vyzkouší vlakvedoucí, případně jiný určený zaměstnanec nebo určená osoba.

Dle AWT se ruční brzda považuje za způsobilou tehdy, přilehnou-li u špalíkové brzdy po jejím utažení pevně:

- u dvounápravových vozů všechny přístupné vnější zdrže na obou kolech kontrolované strany,
- u podvozkových vozů všechny přístupné vnější zdrže na obou kolech příslušného podvozku po kontrolované straně vozu, přičemž u vícenápravových podvozků se kontrolují všechny přístupné zdrže všech kol tohoto podvozku na kontrolované straně vozu.

4 Návrh postupu výpočtu výkonnosti brzdy vlaku v provozu

Tato kapitola se zabývá postupem při určení a výpočtu výkonnosti brzdy vlaku v provozu, dle předpisů platných na tratích které jsou pod správou SŽDC s.o. Jedná se o předpis D1 a vyhlášku 173. V následujícím textu jsou popsány požadavky, týkající se výpočtu a postupu určení výkonnosti brzdy vlaku, které vycházejí z těchto dokumentů (D1, vyhláška 173).

4.1 Obecná ustanovení

Z předpisu D1 vyplývá, že vlak se stanovenou rychlostí 40 km/h a vyšší, musí být brzděn průběžnou brzdou samočinnou, přičemž brzdění vlaku musí mít takový brzdící účinek, aby bylo zajištěno jeho bezpečné zastavení na zábrzdnou vzdálenost. K zajištění dostatečného brzdícího účinku potřebného pro bezpečné zastavení vlaku na zábrzdnou vzdálenost, musí účinek brzd a způsob brzdění odpovídat traťovým poměrům, druhu vlaku, sestavě vlaku, jeho stanovené rychlosti a zatížení.

Brzdící účinek vlaku je určen pomocí brzdících procent. Požadovaný brzdící účinek vlaku, který je vyjádřen brzdícím procentem vlaku, stanovíme z tabulek brzdících procent pro dráhu celostátní a regionální v závislosti na dovolené rychlosti daného vlaku, druhu vlaku, délce vlaku, na rozhodném spádu tratě a na zábrzdné vzdálenosti na této trati. Vlak je dostatečně brzděn, kryje-li hodnota skutečných brzdících procent hodnotu potřebných brzdících procent. Výpočet skutečných brzdících procent vlaku je dán následujícím vzorcem:

$$\text{Skutečná brzdící procenta} = \kappa * \frac{\text{Celková brzdící váha vlaku}}{\text{Celková hmotnost vlaku}} * 100 \quad [\%] \quad (4.1)$$

Celková hmotnost vlaku je určena jako součet hmotností všech jednotlivých vozidel zařazených ve vlaku, včetně nezavěšeného postrku, hmotnosti nákladu přepravovaného na vozidlech a u vozidel určených pro přepravu cestujících součtů průměrné hmotnosti cestujících, dle stanovené obsaditelnosti vozidla, kdy je jako průměrná hmotnost cestujícího stanovena hodnota 80 kg. Celkový součet všech těchto položek (hmotnost vlaku) se zaokrouhlí na celé tuny a to vždy nahoru. Pro výpočet skutečného brzdícího procenta vlaku se do hmotnosti vlaku nezapočítává hmotnost nezavěšeného postrku.

Součinitel κ představuje korekční součinitel zohledňující délku vlaku. Dle předpisu D1 platí, že délka vlaku se udává vždy i s činnými hnacími vozidly (včetně nezavěšeného postrku). Hodnoty tohoto součinitele se liší podle druhu vlaku, délky vlaku a způsobu brzdění vlaku a jsou popsány v tabulce Tab. 21.

Tab. 21: Hodnoty korekčního součinitele κ pro jednotlivé druhy vlaků, délky vlaků a způsoby brzdění.[5]

Vlak osobní dopravy		Vlak nákladní dopravy		Vlak nákladní dopravy	
Do délky 700 metrů		Do délky 700 metrů		Do délky 1000 metrů	
I. způsob brzdění		I. způsob brzdění		II. způsob brzdění	
délka vlaku [m]	koeficient κ [kappa]	délka vlaku [m]	koeficient κ [kappa]	délka vlaku [m]	koeficient κ [kappa]
do 400	1,000	do 500	1,000	do 700	1,000
401 až 420	0,984	501 - 520	0,990	701 až 720	0,992
421 až 440	0,968	521 - 540	0,980	721 až 740	0,984
441 až 460	0,952	541 - 560	0,970	741 až 760	0,976
461 až 480	0,936	561 - 580	0,960	761 až 780	0,968
481 až 500	0,920	581 - 600	0,950	781 až 800	0,960
501 až 520	0,902	601 - 620	0,940	801 až 820	0,952
521 až 540	0,884	621 - 640	0,930	821 až 840	0,944
541 až 560	0,866	641 - 660	0,920	841 až 860	0,936
561 až 580	0,848	661 - 680	0,910	861 až 880	0,928
581 až 600	0,830	681 - 700	0,900	881 až 900	0,920
601 až 620	0,808			901 až 920	0,900
621 až 640	0,786			921 až 940	0,880
641 až 660	0,764			941 až 960	0,860
661 až 680	0,742			961 až 980	0,840
681 až 700	0,720			981 až 1000	0,820

Za **brzdící váhu vlaku** považujeme součet brzdících vah pro dané brzdící režimy u všech jednotlivých drážních vozidel zařazených ve vlaku a brzděných průběžnou samočinnou brzdou zapnutou do průběžné brzdy vlaku.[5]

Je-li vlak brzděn I. způsobem brzdění v režimu P a jsou-li v tomto vlaku zařazena vozidla s přestavovači režimu brzdění v režimu G, smí se jako jejich brzdící váha započítat maximálně 0,75 hodnoty brzdící váhy, která je na vozidle vyznačena pro tuto polohu. Je-li ovšem vlak brzděn II. způsobem brzdění tzn. v režimu G, přičemž se ve vlaku vyskytují i vozidla s přestavovači v brzdění v režimu P, započítáváme u takových vozů jako jejich brzdící váhu plnou hodnotu brzdící váhy pro daný režim vyznačenou na vozidle.

Dále platí, že vlak, jehož stanovená rychlost je vyšší než 120 km/h je dostatečně brzděn, je-li skutečné brzdící procento vlaku alespoň stejně velké, jako jeden z údajů potřebných brzdících

procent vlaku. Na tratích se zábrzdnou vzdáleností 1000 metrů smí být u vlaků s nejvyšší dovolenou rychlostí vyšší než 120 km/h, a to až do rychlosti 160 km/h včetně, využita dolní hodnota potřebných brzdících procent za podmínky, že návěst výstraha nebo návěstí, které předvěstí sníženou rychlost jsou na vedoucí drážní vozidlo přenášeny prostřednictvím vlakového zabezpečovače již od předchozího návěstidla tak, aby informace o návěsti umožnila strojvedoucímu zastavení vlaku na vzdálenosti rovnající se dvojnásobku zábrzdné vzdálenosti. Ostatní požadavky na určení hodnoty potřebných brzdících procent jsou součástí kapitoly 2.3 na straně 15 této práce.

Pokud není vlak dostatečně brzděn, musí být dopravcem odstaveno tolik nebrzděných vozidel, aby byl vlak brzděn v souladu s jeho TJŘ. Pokud to není možné, spraví dopravce prokazatelně strojvedoucího o nižší stanovené rychlosti vlaku, odpovídající skutečným brzdícím procentům.

4.2 Postup určení výkonnosti brzdy v provozu

Postup určení výkonnosti brzdy vlaku v provozu je rozdělen do dvou úrovní. První úroveň se skládá z úkonů, které jsou prováděny v terénu, fyzicky u vlaku. Druhá úroveň určení výkonnosti brzdy vlaku se provádí v kanceláři, popřípadě v terénu, ovšem není zde potřeba fyzického ani vizuálního kontaktu s vlakem.

Fáze v terénu se skládá z úkonů, které provádí tranzitér přípravář a vozmistr (popř. určený zaměstnanec v závislosti na velikosti a druhu dopravy). Druhá fáze je složena z úkonů spojených s tvorbou zprávy o brzdění, kterou vypracovává tranzitér přípravář.

Po sestavení vlaku provede vozmistr technickou prohlídku soupravy. Součástí prohlídky je kontrola propojení HP mezi vozidly a přezkoušení ručních brzd vozidel, přičemž čísla vozidel určených pro zajištění vlaku ručními brzdami v případě poruchy uvede určenému zaměstnanci, který je zapíše do příslušného pole ve zprávě o brzdění.

Tranzitér přípravář nejprve vypracuje výkaz vozidel. Do tohoto výkazu uvede potřebné údaje pro určení výkonnosti brzdy. Tyto údaje a hodnoty jsou vyznačeny na vozidlech. Jedná se o brzdící váhy vozidel, hmotnost vozidel, hmotnost nákladu na vozidlech, délky vozidel, čísla vozidel, druh brzd vozidel a režimy brzdění vozidel. Následně tyto údaje zpracuje v ZOB.

Způsob vypracování výkazu vozidel a zprávy o brzdění je uveden na následujícím příkladu. Příklad platí pro vlak nákladní dopravy, který je dopravován společností ČD Cargo a který je sestaven z jednoho hnacího vozidla a čtyř vozů. Tranzitér připravář nejprve vytvoří výkaz vozidel. Ten vyplní dle následujícího obrázku Obr. 5.

PRIS/001b
Strana : 1
06.05.2016 10:30

Výkaz vozidel pro nákladní vlak

ČÍSLO VLAKU: 080012

SOUPISOVÉ ÚDAJE VLAKU

Číslo vlaku: 080012

OSTATNÍ ÚDAJE VLAKU

Stanice výstupu:

Dopravce: ČD Cargo, a.s.

Datum a čas: 06.05.2016 09:00

Diktoval: KOL.413 OL **Sepsal:** **Opravitel:**

DISC: 11924607

Stanice soupisu: 54-380147 Ostrava levé nádraží

Stanice cílová: 54-341941 Opava východ

Ve stanici: 54-380147 Ostrava levé nádraží

Jiné údaje:

A. Výkaz vozidel

CR	Označení vozidla	N	S	Stanice odesílací	Stanice určení	Směr	NK	Hm	Celk	DL	Brzdí	RuB
	IČN	UN	č.	Bezpečn.značky	Doplňující údaje							Poznámka
1	21 54 2931 021-6	4	0	54-STREDOKLUKY	54-OPAVA VYCHOD	730 02	0	31.000	31,00	31 p	(H)	
2	31 54 5964 342-7	4	0	54-JIHLAVA	54-MLADECKO	730 72	0	21.940	14,04	26 p	(H)	
3	33 54 5375 223-0	4	0	54-OSTRAVA H.N.	54-OPAVA VYCHOD	730 00	0	22.230	14,04	22 p K	(H)	
4	37 84 7843 733-8	4	1	54-MOST NOVE N.	54-OPAVA VYCHOD	730 01	57.650	78.970	15,14	59 p K	H	

B. Hnací vozidla

CR	Řada a číslo	N	Funkce	Strojvedoucí	Telefon	HM	DL	Brzdí
1	91 54 7 163 233-0	4	Vlakové			84.500	16,80	44 p

C. Vlak

Celkem	Nápravy		Počet vozidel	Délka m	Hmotnost		Brzdící váha		
	L	P			celková		G t	P,R,M t	celková t
					kg	t			
Výkaz vozidel	4	12	4	74,22	154.140	154	0	138	138
	16								
Nečinná hnací vozidla	0	0	0	0,00	0	0	0	0	0
Souprava	16	4	4	74,22	154.140	154 (dopr.hmot.)	0	138	138
Činná hnací vozidla	4	1	1	16,80	84.500	85	0	44	44
Vlak celkem	20	5	92	238,640	239	0	182	182	

Brzdící procenta = 100 * (0,75 * 0 + 1,00 * 182) / 238,640 = 76 %

Poznámky (zmenšená rychlost vlaku, odchylky od turnusu, apod.)

Řadění vlaku : vyhovuje pro 2 postrky
KOL.413 OL

Obr. 5:Příklad výkazu vozidel pro nákladní vlak podle ČD Cargo.

Následuje fáze, při které už není nutná přítomnost daného vlaku, kdy z údajů obsažených ve výkazu vozidel pro nákladní vlak vypracuje tranzitér připravář zprávu o brzdění. Následně je vozmistrem vykonána úplná zkouška brzdy. Výsledek jednoduché zkoušky brzdy, spolu s datem provedení a podpisem určeného zaměstnance, který tuto zkoušku provedl, se uvede do rubriky poznámky ve zprávě o brzdění. Ukázku zprávy o brzdění nabízí obrázek Obr. 6.

Tab. 22: Zjednodušený výkaz vozidel

druh vozidla	hmotnost vozidla [t]	hmotnost nákladu [t]	délka vozidla [m]	brzdící váha [t]	režim brzdění
HV	85	0	17	44	G
DV 1	31	0	31	31	P
DV 2	22	0	14	26	P
DV 3	22	0	14	22	P
DV 4	31	0	14	31	P
DV 5	21	57	15	59	P

Nejprve určíme skutečná brzdící procenta vlaku. Abychom zjistili hodnotu skutečných brzdících procent vlaku, musíme nejprve vypočítat celkovou hmotnost a celkovou brzdící váhu vlaku. Celková hmotnost se vypočte, jako součet hmotností všech vozidel a jejich nákladů:

$$\text{celková hmotnost vlaku} = m_{HV} + m_{DV1} + m_{DV2} + m_{DV3} + m_{DV4} + m_{DV5} \quad [t] \quad (4.3)$$

$$\text{celková hmotnost vlaku} = 85 + 31 + 22 + 22 + 31 + 78 = 269 \quad [t]$$

Dále potřebujeme určit hodnotu brzdící váhy vlaku, jako součet brzdících vah všech vozů:

$$\text{celková brzdící váha} = bv_{HV} + bv_{DV1} + bv_{DV2} + bv_{DV3} + bv_{DV4} + bv_{DV5} \quad [t] \quad (4.3)$$

$$\text{celková brzdící váha vlaku} = 0,75 * 44 + 31 + 26 + 22 + 31 + 59 = 202 \quad [t]$$

Protože se jedná o vlak nákladní dopravy, který je brzděn I. způsobem brzdění a jehož délka je menší než 500 metrů, koeficient kappa zde nabývá hodnoty rovno 1. Skutečné brzdící procento se tedy vypočte jako:

$$\text{Skutečná brzdící procenta} = \kappa * \frac{\text{Celková brzdící váha vlaku}}{\text{Celková hmotnost vlaku}} * 100 \quad [\%] \quad (4.3)$$

$$\text{Skutečná brzdící procenta} = 1 * \frac{202}{269} * 100 = 75 \quad [\%]$$

Po vypočtení skutečných brzdících procent vlaku nyní určíme z tabulek brzdících procent potřebná brzdící procenta vlaku, abychom tyto hodnoty mohli vzájemně porovnat. Potřebná brzdící procenta vlaku se určují v závislosti na daném úseku tratě, pro který tato procenta platí, v závislosti na rychlosti a rozhodném sklonu tratě. Pro názorný příklad výpočtu tedy bude stanovená rychlost vlaku 70 km/h, rozhodný spád na daném úseku tratě 8 ‰ a zábrzdňá vzdálenost 700 metrů. Postup vyhledání hodnoty potřebných brzdících procent je následný.

Na vodorovné ose si vyhledáme stanovenou rychlost vlaku, poté si na svislé ose vyhledáme rozhodný spád na daném úseku tratě a následně odečteme hodnotu potřebných brzdících procent. Postup vyhledání hodnoty potřebných brzdících procent je přehledně popsán na obrázku Obr. 7.

rozhodný spád ‰	brzdící procenta při dovolené rychlosti až do																	
	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
0	7	8	9	10	11	13	16	20	24	28	33	40	48	56	64	74	85	
1	8	9	10	11	12	14	17	21	25	29	35	42	50	58	66	76	87	
2	9	10	11	12	13	15	18	22	26	30	37	44	51	59	67	77	88	
3	9	10	11	12	14	16	19	23	27	31	38	45	53	61	69	79	90	
4	10	11	12	13	15	17	20	24	28	32	39	46	54	62	70	80	91	
5	11	12	13	14	16	18	21	25	29	34	40	47	55	63	71	81	92	
6	12	13	14	15	17	19	22	26	30	35	42	49	57	65	73	83	94	
7	13	14	15	16	18	20	23	27	31	36	43	50	58	66	75	85	96	
8	14	15	16	17	19	21	24	28	32	37	44	52	60	68	77	87	98	
9	15	16	17	19	20	22	25	29	33	38	45	53	61	69	78	88	99	
10	16	17	18	20	21	23	26	30	35	40	47	55	62	70	79	89	101	
11	17	18	19	21	22	24	27	31	36	41	48	56	64	72	81	91	103	
12	18	19	20	22	23	25	28	32	37	43	50	57	65	73	82	92	104	
13	19	20	21	23	24	26	29	33	38	44	51	58	66	74	83	93	106	
14	20	21	22	24	25	27	30	34	40	46	53	60	68	76	85	94	107	
15	21	22	23	25	26	28	31	35	41	47	54	61	69	77	86	96	108	
16	22	23	24	26	27	29	32	36	42	48	55	62	70	78	88	98	110	
17	23	24	25	27	29	31	34	38	44	50	57	64	72	80	90	100	112	
18	24	25	26	28	30	32	35	39	45	51	58	66	74	82	92	102	114	
19	25	26	27	29	31	33	36	40	46	52	59	67	75	83	93	103		
20	26	27	28	30	32	34	37	41	47	53	60	68	76	84	94	104		
21	27	28	29	31	33	36	39	43	49	55	62	70	78	86	96	106		
22	28	29	30	32	34	37	40	44	50	56	63	71	79	87	97	108		
23	29	30	31	33	35	38	41	46	52	58	65	73	81	89	99	110		
24	30	31	32	34	36	39	42	48	54	60	67	75	83	91	101	112		
25	31	32	33	35	38	40	43	49	55	61	68	76	84	92	102	114		

Obr. 7: Tabulka brzdících procent.[5]

Po určení hodnoty potřebných brzdících procent nyní tuto hodnotu porovnáme s hodnotou skutečných brzdících procent, přičemž skutečná brzdící procenta musí být vyšší nebo rovna hodnotě potřebných brzdících procent. Platí tedy, že:

$$BP_{potřebná} \leq BP_{skutečná}$$

Po dosazení určíme, zda je tato podmínka splněna:

$$44 \leq 75$$

Podmínka je splněna, skutečná brzdící procenta kryjí hodnotu potřebných brzdících procent, vlak je tedy na tomto úseku dostatečně brzděn a vyhovuje provozu na daném úseku trati. Postup při nedosažení dostatečného skutečného brzdícího procenta vlaku je popsán v předešlé podkapitole 4.1.

5 Návrh pomůcky pro výpočet výkonnosti brzdy vlaku v provozu

Cílem této kapitoly je přiblížit vytvořenou pomůcku, sloužící k zjednodušení a urychlení úkonů spojených s vytvořením výkazu vozidel vlaku a zprávy o brzdění vlaku. V následujícím textu budou popsány základní specifikace této pomůcky, její funkce a návod k vlastnímu použití v provozu.

Pomůcka byla vytvořena v programu Microsoft Excel 2010. Důvod pro použití tohoto softwaru byl ten, že je jednoduchý na obsluhu i méně zkušeným uživatelům výpočetní techniky. Další výhodou je jeho jednoduchost, která zajišťuje, že při nutném rozšíření nebo při úpravě pro potřeby jiných dopravců, může být tato pomůcka jednoduše přepracována. Pro zvýšení efektivity práce byly vytvořeny 2 verze této pomůcky:

- první verze, nazvaná jako kancelářská, je určena pro zpracování zprávy o brzdění vlaku, kdy určený zaměstnanec pracuje s údaji o vlaku (brzdící váhy, hmotnosti vozidel, délky vozidel, režimy brzdění, atd.), které jsou zpracovány ve výkazu vozidel vlaku,
- druhá verze, nazvaná jako terénní, je určena jak pro zpracování zprávy o brzdění tak pro vytvoření výkazu vozidel vlaku. Tato verze je tedy určena k použití v terénu a uzpůsobena pro použití jak na stolních počítačích a notebookech, tak také na tabletech a tzv. chytrých mobilních telefonech.

První verze pomůcky (kancelářská verze), která je určena pro práci s již zjištěnými údaji o vlaku, je jednodušší. Skládá se z jednoho listu, který vychází z mezinárodní zprávy o brzdění vlaku nákladní dopravy, která je součástí vnitřního předpisu KVs3-B-2010 společnosti ČD Cargo. Tento list obsahuje několik naprogramovaných oken (buněk) pro urychlení výpočtu skutečných brzdících procent a pro určení, zda skutečná brzdící procenta kryjí hodnotu potřebných brzdících procent pro daný úsek tratě. Ostatní okna a rubriky mezinárodní zprávy o brzdění vlaku nákladní dopravy nejsou naprogramována, tudíž se musí doplnit ručně. Postup při vyplnění první verze pomůcky pro určení výkonnosti brzdy vlaku v provozu, je popsán v textu následujícího odstavce

Určený zaměstnanec vyplní všechny požadované údaje (např. číslo vlaku výchozí a cílovou stanici, datum odjezdu, atd.), přičemž při doplnění počtu vozidel, jejich hmotnosti, brzdících vah a hodnoty koeficientu kappa (vše označeno žlutě), dojde k automatickému vypočtení skutečného brzdícího procenta (označeno červeně). Po zadání hodnot do buněk, které jsou označeny na obrázku žlutě a následného zadání potřebných brzdících procent pro daný úsek

trati (zelená barva), získáme v buňce označené modře hodnotu chybějících brzdících procent vlaku. Pokud je tato hodnota záporná nebo rovna nule, byla podmínka splněna a skutečná brzdící procenta vlaku kryjí hodnotu potřebných brzdících procent vlaku. První verze pomůcky je přiložena v části přílohy, která se nachází na konci této bakalářské práce.

Příklad vyplnění potřebných údajů pro výpočet skutečného brzdícího procenta a následné vypočtení je zobrazeno na následujícím obrázku Obr. 8.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
9	40 čísla vozů s vyzkoušenou ruční brzdou									Činných hnacích vozidel	souprava		Vlak celkem A+D		
10											Dopravovaných hnacích vozidel	Vozy celkem		Souprava celkem B+C	
11															
12															
13										A	B	C	D	E	
21	Počet				51	1	0	4	4	5					
14					52										
15					53										
16					54										
17															
22	Hmotnost (t)				51	80,0	0,0	150,0	150,0	230,0					
18					52										
19					53										
20					54										
21															
22	Brzdící váha (t)				51	44,0	0,0	140,0	140,0	184,0					
23					52										
24					53										
25					54										
26	Hodnota kappa				1,00										
27	V činnosti počet vozů s									Vypnuté brzdy (čísla vozů)					
28	kotoučovou brzdou	nekovovým i špalíky	brzdou G	brzdou P	brzdou R	brzdou R+Mg									
29	30	31	32	33	34	35					39				
30	1	1	5												
31	52														
32	53														
33	54														
34											Podpis		Číslo vedoucího hnacího vozidla		
35	Dráha	Stanice	Režim brzdění	Potřebná brzdící procenta	Skutečná brzdící procenta	Chybějící brzdící procenta	Kdo sestavuje ZOB	strojvedoucí ho							
36	F	G	H	I	25-K	26-K	L	M	N						
37															
38															
39	51			45	80,00	-35,00									
Zpráva o brzdění															

Obr. 8: Ukázka pomůcky pro výpočet výkonnosti brzdy (Kancelářská verze)

Druhá verze pomůcky sloužící k určení výkonnosti brzdy vlaku v provozu je složitější, než první verze. Skládá se stejně jako první verze z listu, který vychází z mezinárodní zprávy o brzdění vlaku nákladní dopravy společnosti ČD Cargo. Tento list ovšem obsahuje větší počet naprogramovaných buněk, jeho užívání je tedy efektivnější. Kromě prvního listu

s názvem zpráva o brzdění obsahuje další list Terén 1. Popis tohoto zjednodušeného výkazu vozidel vlaku je vysvětlen na listu Terén 1.

Určený zaměstnanec vyplní v terénu do příslušných buněk čísla vozů, jejich hmotnosti, hmotnosti nákladů, brzdící váhy, režimy brzdění daných vozů, součinitel určení hodnoty brzdící váhy, druh brzdy, délku vozidel a počet náprav vozidel. Pro každé vozidlo vlaku se následně automaticky vypočte hodnota jeho celkové hmotnosti a hodnota skutečné brzdící váhy. Následně jsou automaticky vypočteny: celková hmotnost vlaku, celková brzdící váha vlaku, počty vozidel s jednotlivými režimy brzdění, počet náprav vlaku, délka vlaku, počet vozidel s určitým druhem brzdy (kotoučová, s nekovovými špalíky) a hodnota skutečných brzdících procent určených k případnému zajištění vlaku ručními brzdami v případě poruchy. Všechny vypočtené hodnoty se následně automaticky přenesou na první list s názvem Zpráva o brzdění. Po doplnění potřebných brzdících procent vlaku je provedena kontrola dostatku brzdících procent, kdy se hodnota přebytku brzdících procent musí rovnat nule nebo musí být záporná. Příklad použití je uveden na obrázcích Obr. 9.1 a Obr. 9.2, kde jsou červeně označeny hodnoty zadané ručně a modře hodnoty vypočtené softwarem. Ukázka funkce listu s názvem Zpráva o brzdění je uvedena na obrázcích Obr. 10.1 a Obr. 10.2, kde jsou opět modře označeny hodnoty vypočtené softwarem a červeně hodnoty zadané ručně.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
	Číslo vozidla	Hmotnost vozidla [t]	Hmotnost nákladu [t]	Celková hmotnost vozidla	Brzdící váha [t]	Hodnota brzdící váhy	Skutečná brzdící váha	Režim brzdění vozidla	Druh brzdy	Délka vozidla [m]	Počet náprav vozidla	Zkouška RB
Cinná hnací vozidla												
1	91 54 7 163 233-0	84,5	0	84,5	44	1	44	P		17	4	
2				0		1	0					
3				0		1	0					
4				0		1	0					
5				0		1	0					
Dopravovaná hnací vozidla												
6				0		1	0					
7				0		1	0					
8				0		1	0					
9				0		1	0					
10				0		1	0					
11				0		1	0					
12				0		1	0					
Vozy												
13	21 54 2931 021-6	31	0	31	31	1	31	P		31	4	
14	21 54 2931 021-6	22	0	22	26	1	26	P		14	4	
15	21 54 2931 021-6	23	0	23	22	1	22	P	D	14	4	
16	21 54 2931 021-6	79	58	137	59	1	59	P	D	15	4	
17				0		1	0					
18				0		1	0					
19				0		1	0					
20				0		1	0					
21				0		1	0					
22				0		1	0					
23				0		1	0					
24				0		1	0					

Obr. 9:1 Příklad doplnění listu „Terén 1“ (Terénní verze).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	
58	52				0		1	0						
59	53				0		1	0						
60	54				0		1	0						
61	55				0		1	0						
62	celkově				297,5			182			91	20		
63					Celková hmotnost vlaku [t]					Skutečná brzdicí váha vlaku [t]			délka vlaku [m]	Celkový počet náprav
64														
65														
66					korekční součinitel (kappa)	1								
67					Skutečná brzdicí procenta vlaku	61,1764706								
68														
69						počet	hmotnost [t]	brzd. váha [t]						
70					Činná HV	1	84,5	44						
71					Dopravovaná HV	0	0	0						
72					Vozy	4	213	138						
73					Celkově	5	297,5	182						
74														
75					Vozy s vyzkoušenou ruční brzdou	Hodnota brzdicí váhy ruční brzdy [t]								
76					21 54 2931 021-6	20								
77														
78														
79														
80														
81					Součet brzdicích vah	20								
82														
83					Skutečná brzdicí procenta ručních brzd	6,722689076								
84														
85														

druh brzdy	počet
Vypnutá	0
režim P	5
režim G	0
režim R	0
režim R+Mg	0
kotoučová	2
s nákovovými špalíky	0

Obr. 9.2: Příklad doplnění listu „Terén 1“ (Terénní verze).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	Mezinárodní zpráva o brzdění vlaku														0 Číslo listu
2															
3	1 Číslo vlaku				2 Datum odjezdu				3 Výchozí stanice				4 Konečná stanice		
4															
5	11 Poznámky														
6															
7															
8															
9	40 čísla vozů s vyzkoušenou ruční brzdou														
10	21 54 2931 021-6														
11															
12															
13															
14	21 Počet														
15	51 1 4 4 5														
16	52														
17	53														
18	54														
19	22 Hmotnost (t)														
20	51 85 213 213,0 297,5														
21	52														
22	53														
23	54														
24	23 Brzdící váha (t)														
25	51 44 138 138,0 182,0														
26	52														
27	53														
28	54														
29	V činnosti počet vozů s														
30	Vypnuté brzdy (čísla vozů)														

Obr.10.1: Výsledný list „Zpráva o brzdění“ (Terénní verze).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
25									54						
26															
27															
28															
29															
30	51	2						5							
31	52														
32	53														
33	54														
34															
35															
36															
37															
38	51							40		61,18	-11,18				
39	52														
40	53														
41	54														
42															
43															
44															
45															
46															
47															
48															
49															
50															
51															
52															
53															
54															

Obr. 10.2: Výsledný list „Zpráva o brzdění“ (Terénní verze).

Druhá verze pomůcky pro výpočet výkonnosti brzdy vlaku v provozu je uzpůsobena tak, aby se dala použít přímo v terénu. Určený zaměstnanec, který provádí soupis vozidel do výkazu vozidel vlaku, může zjištěné hodnoty vpisovat do listu Terén 1, a to za použití zařízení, které mu umožní s touto pomůckou pracovat. Jde o zařízení, jako jsou tablety, chytré mobilní telefony, popř. notebooky. Následně tento výkaz odešle elektronickou poštou, popř. jej přemístí použitím USB do kanceláře, kde dále zpracovává zprávu o brzdění na jiném zařízení (notebook, stolní počítač) nebo zprávu o brzdění zpracuje přímo v zařízení, do kterého sepisoval výkaz vozidel vlaku a tuto výslednou zprávu o brzdění následně odešle k tisku. Funkčnost druhé (terénní) verze pomůcky pro výpočet výkonnosti brzdy vlaku v provozu, byla vyzkoušena na tabletu, podporující operační systém Android, na kterém se pomůcka ukázala jako plně funkční. Funkčnost terénní verze pomůcky na tabletu Samsung je doložena na obrázcích Obr. 11.1 a 11.2.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1		Číslo vozidla	Hmotnost vozidla [t]	Hmotnost nákladu [t]	Celková hmotnost vozidla	Brzdící váha [t]	Hodnota brzdící váhy	Skutečná brzdící váha [t]	Režim brzdění vozidla	Druh brzd	Délka vozidla [m]	Počet náprav vozidla
4	Činná hnací vozidla											
5	1	91 54 7 163 233-0	84.5	0	84.5	44	1	44	P	D	17	4
6	2				0		1	0				
7	3				0		1	0				
8	4				0		1	0				
9	5				0		1	0				
10	Dopravovaná hnací vozidla											
11	6				0		1	0				
12	7				0		1	0				
13	8				0		1	0				
14	9				0		1	0				
15	10				0		1	0				
16	11				0		1	0				
17	12				0		1	0				
18	Vozy											
19	13	21 54 2931 021-6	31	0	31	31	1	31	P		31	4
20	14				0		1	0				

Obr. 11.1: Vizualizace první části terénní verze pomůcky na tabletu se systémem Android.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
61	55				0		1	0					
62	celkové				115.5			75			48	8	
63					Celková hmotnost vlaku [t]			Skutečná brzdící váha vlaku [t]			Celková délka vlaku [m]	Celkový počet náprav	
64													
65													
66		korekční součinitel (kappa)			1								
67		Skutečná brzdící procenta vlaku			64.93506494								
68													
69			počet	hmotnost [t]	brzd. váha [t]								
70		Činná HV	1	84.5	44								
71		Dopravovaná HV	0	0	0								
72		Vozy	1	31	31								
73		Celkové	2	115.5	75								
74													
75													
76		Vozy s vyzkoušenou ruční brzdou		Hodnota brzdící váhy ruční brzdy [t]									
77													
78													
79													
80													
81		Součet brzdících vah			20								

Obr. 11.2: Vizualizace druhé části terénní verze pomůcky na tabletu se systémem Android.

6 Provozně technické hodnocení návrhu řešení

V analytické části práce byly porovnány požadavky na výkonnost brzdy vlaku správců dopravních cest na území České a Slovenské republiky. Výsledkem analýzy dopravních předpisů jednotlivých správců železničních dopravních cest, byl vznik příručky, která obsahuje jak požadavky obou správců dopravních cest, tak již zmíněné porovnání. Uživatel této příručky tedy zjistí jak rozdíly mezi jednotlivými předpisy, tak jejich znění, což znamená, že jednotlivé požadavky nemusí zdlouhavě hledat v dopravních předpisech správců železničních dopravních cest. Tato příručka je určena dopravcům a slouží k zjednodušení určení rozdílů mezi požadavky jednotlivých správ dopravních cest v případech, kdy je třeba dopravit vlak z území jednoho státu na území druhého. Analytická část této práce byla dále tvořena analýzou požadavků na výkonnost brzdy vlaku z pohledu dopravců. Výsledkem byla stejně jako v první polovině analytické části příručka, ta ovšem slouží dopravcům při dopravě vlaku cizího dopravce, k zjištění potřebných změn týkajících se brzdových zařízení vlaku a řazení vlaku, které je třeba provést před samotnou výpravou vlaku. Jednotlivé požadavky byly rozděleny do kapitol tak, aby byla v této příručce zajištěna rychlá a snadná orientace podle dané problematiky. Příručka obsahuje například kapitoly týkající se požadavků na sestavení vlaků osobní dopravy, nákladní dopravy aj.

V první polovině praktické části této práce byl sestaven postup pro zjištění a výpočet výkonnosti brzdy vlaku v provozu. Tento postup byl vytvořen pro zaměstnance, kteří jsou zodpovědní za tvorbu výkazu vozidel vlaku a za vytvoření zprávy o brzdění vlaku. Je zde tedy popsána jak činnost tranzitéra připraváře, tak také činnost vozmistra. Návod obsahuje popis úkonů, kdy je zjišťována výkonnost brzdy vlaku a také postup určení potřebných brzdících procent vlaku, včetně výpočtu skutečných brzdících procent vlaku. Jako příklad jsou součástí tohoto návodu také vyplněné kopie výkazu vozidel a zprávy o brzdění. Tento postup by v budoucnu mohl být, pro názornost, doplněn také o návod v podobě komentovaného videa. Druhou polovinou praktické části práce byla tvorba pomůcky pro výpočet výkonnosti brzdy vlaku v provozu. Tato pomůcka byla vytvořena ve dvou variantách, a to ve variantách do terénu a do kanceláře. Je určena pro zaměstnance vytvářející výkaz vozidel vlaku a zprávu o brzdění vlaku. Slouží k zjednodušení a urychlení tvorby těchto dokumentů v provozu, kdy určený zaměstnanec musí disponovat pouze chytrým telefonem nebo tabletem. Výhodou pomůcky je, že zaměstnanec není vázán na zdroj elektrické energie a může tuto pomůcku využít také v terénu. Nevýhodou pomůcky je, že k vytvoření tištěné formy těchto dokumentů je potřebná tiskárna, kterou některé dopravní nemají k dispozici.

7 Závěr

Provoz na železničních dopravních cestách ležících na území České a Slovenské republiky se dlouhá desetiletí řídil dle stejných dopravních předpisů. Tyto předpisy se po rozdělení Československé federativní republiky a následném vzniku SŽDC s. o. na území České republiky a ŽSR na území Slovenské republiky, začaly postupně odlišovat. Prvním cílem této práce bylo analyzovat požadavky na výkonnost brzdy vlaku, platné na území těchto dvou správ. K této analýze byly použity dopravní předpisy obou správců a to dopravní předpis D1 a vyhláška 173, pro dopravní cestu pod správou SŽDC s. o. a dopravní předpis Z1, platný pro dopravní cestu pod správou ŽSR. Výsledky porovnání požadavků na výkonnost brzdy daných správců dopravních cest a jednotlivé rozdíly mezi těmito požadavky, byly porovnány nejen v textu této práce, ale pro zjednodušení a zpřehlednění také formou tabulek.

Společně s příchodem nových dopravců, působících jak v nákladní, tak v osobní železniční dopravě, se začaly postupně rozcházet také požadavky na výkonnost brzdy jednotlivých dopravců, působících na území České republiky. Porovnat a analyzovat požadavky na výkonnost brzdy vlaků dopravců působících na území České republiky, bylo druhým cílem této práce. Jednalo se o tyto dopravce: České dráhy a.s., ČD Cargo a.s., Arriva Transport Česká republika a.s. a AWT - Advanced World Transport. K vzájemnému porovnávání požadavků na výkonnost brzdy byly použity vnitřní předpisy jednotlivých dopravců, kdy byla práce rozdělena do jednotlivých podkapitol tak, aby byla orientace v tomto dokumentu co možná nejjednodušší. Požadavky dopravců a vzájemné porovnání těchto požadavků bylo uvedeno v textu a stejně jako u předchozího bodu bylo vzájemně porovnáno také v tabulkové podobě.

V praktické části této práce bylo jedním z cílů navrhnout postup výpočtu výkonosti brzdy vlaku v provozu. Za tímto účelem navštívil autor práce nákladní část ostravského hlavního nádraží. Zde byla tato problematika prokonzultována přímo se zaměstnanci, kteří se jí zabývají denně v praxi. Na základě této konzultace byl posléze sepsán postup pro výpočet výkonosti brzdy vlaku v provozu a to jak postup činnosti v terénu (sopsis vozidel vlaku do výkazu vozidel vlaku, technická prohlídka vlaku, zkouška brzdy vlaku atd.), tak i postup při tvorbě výkazu vozidel vlaku a zprávy o brzdění vlaku. Kopie těchto dokumentů, platných pro společnost ČD Cargo a.s. jsou uvedeny v této práci, jakožto příklad a výsledek výpočtu výkonosti brzdy vlaku v provozu. V druhé polovině praktické části byla vytvořena pomůcka pro výpočet výkonosti brzdy vlaku v provozu. K jejímu vytvoření byl využit software

Microsoft Excel 2010, z důvodu snadné obsluhy a možnosti použití na jiných zařízeních, než jakými jsou stolní počítače a notebooky. Tento fakt byl důležitý, neboť pomůcka měla být navržena tak, aby se dala použít při práci zaměstnanců určujících výkonnost brzdy vlaku v terénu. Pro větší efektivitu byly vytvořeny dvě verze této pomůcky. První verze byla nazvána kancelářskou a slouží k jednoduššímu a rychlejšímu vyplnění zprávy o brzdění vlaku. Tato verze je určena k použití v kanceláři, kdy již určený zaměstnanec disponuje výkazem vozidel vlaku. Druhá verze pomůcky je složitější a skládá se ze dvou částí. První částí je list sloužící pro vytvoření výkazu vozidel vlaku v terénu, kdy je tato část určená pro mobilní telefony a tablety. Druhá část je tvořena listem zprávy o brzdění, která je naprogramována tak, aby se do ní potřebné hodnoty spojené s určením výkonnosti brzdy vlaku automaticky přepočítaly z předchozího listu (výkazu vozidel vlaku) a aby byl tímto způsobem ušetřen čas a námaha zaměstnanců spojená s ručním výpočtem výchozích hodnot. Výsledná zpráva o brzdění u obou verzí pomůcky vychází z mezinárodní zprávy o brzdění, která je obsažena ve vnitřním předpisu společnosti ČD Cargo a.s. ovšem díky jednoduchosti programu Microsoft Excel 2010 je možné tuto pomůcku lehce upravit do podoby, vyhovující požadavkům jiných dopravců.

Použitá literatura a zdroje:

- [1] Předpis ČD V15/I Předpis pro provoz a obsluhu brzdových zařízení železničních kolejových vozidel ČD.
- [2] Předpis ČD Cargo KVs3-B-2010 Provoz a obsluha brzdových zařízení železničních kolejových vozidel.
- [3] Předpis Arriva vlaky s.r.o. TP15 Předpis pro sestavu a obsluhu brzdových zařízení. [2014]
- [4] Předpis OKD, Doprava Vp 15 Předpis pro provoz a obsluhu brzdových zařízení železničních kolejových vozidel. [2007]
- [5] SŽDC s. o. D1 Dopravní a návěštní předpis ve znění změny č. 3. [2015]
- [6] Vyhláška MD č. 173/1995 Sb., kterou se vydává dopravní řád drah. Sbírka zákonů. [2015]
- [7] ŽSR Z1 Pravidlá železničnej prevádzky. [2011]
- [8] Šíroký, J. Mechanika v dopravě I. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava. 2006.

Internetové zdroje:

- [9] České Dráhy a.s. – Naše činnost. [online]. 2008 [cit. 2016-05-07]. Dostupné z: <http://www.ceskedrahy.cz/nase-cinnost/provozovani-drazni-dopravy/osobni-doprava/-887/>
- [10] ČD Cargo a.s. – O nás. [online]. 2014 [cit. 2016-05-08]. Dostupné z: <https://www.cdcargo.cz/o-spolecnosti>
- [11] Arriva - Železniční doprava. [online]. [cit. 2016-05-09]. Dostupné z: <http://www.arriva.cz/import/zeleznicni-doprava/>
- [12] AWT-kdo jsme. [online]. 2012 [cit. 2016-05-09]. Dostupné z: <http://www.awt.eu/cs/o-nas/kdo-jsme>

Seznam příloh:

- Příloha 1 Porovnání požadavků dopravců na vozy bez potřebných nápisů.
- Příloha 2 Sešit aplikace MS Excel 2010 s první (kancelářskou) verzí pomůcky pro výpočet výkonnosti brzdy vlaku v provozu (Přiloženo na disku CD).
- Příloha 3 Sešit aplikace MS Excel 2010 s druhou (terénní) verzí pomůcky pro výpočet výkonnosti brzdy vlaku v provozu (Přiloženo na disku CD).

Příloha 1 – Požadavky na provoz vozidel, která nejsou opatřena požadovanými nápisy popř. vystrojeny stanovenými brzdami

CD CARGO a.s.	Arriva Transport Česká republika a.s. a České dráhy a.s.		
Brzdění vlaků, ve kterých jsou zařazeny vozy převázané na rozchod 1435mm, neoznačené všemi předepsanými nápisy dle UIC	Zařazování a brzdění vozů, neoznačených všemi předepsanými nápisy dle UIC nebo s brzdami nevyhovujícími předpisům UIC	Zařazování a brzdění vozů, neoznačených všemi předepsanými nápisy dle UIC a s brzdami nevyhovujícími předpisům UIC	Zařazování a brzdění vozů, které mají brzdy nevyhovující předpisům UIC
Základní ustanovení			
Stanovená rychlost nákl. vlaku smí být nejvýše 65 km/h	Stanovená rychlost nákl. vlaku smí být nejvýše 65 km/h.	Stanovená rychlost nákl. vlaku smí být nejvýše 65 km/h.	Tyto vozy jsou na skříní označeny značkou MC a bývají vystrojeny brzdou konstrukce typu 292. Na rozvaděči se nachází přestavný kohout s polohami: D- dlouhý vlak (19 a více vozů), K- krátký vlak (do 18 vozů včetně), UV-urychlovací ústrojí vypnuto
Pokud se u vozů nevyskytuje závada na brzd. zařízení, musí u nich být průběžná brzda zapnuta	jsou-li ve vlaku řazeny převázané vozy cizích želez. správ, mohou být tyto vozy přestaveny na podvozek typu CNII-CH3-O nebo ČD 2TS model 18-100		
Třípolohový přestavovač prázdný-částečně ložený-ložený je v poloze prázdný u prázdných a v poloze ložený u jakkoliv ložených vozů s brzd. špalíky ze šedé litiny. U vozů s nekovovými brzd. špalíky je vždy v poloze prázdný			
V každé skupině převázaných vozů musí být alespoň jeden s upotřebitelnou ruční brzdou, popř. jí musí být vybaven jeden ze spoj. vozů	Třípolohový přestavovač prázdný-částečně ložený-ložený je v poloze prázdný u prázdných a v poloze ložený u jakkoliv ložených vozů s brzd. špalíky ze šedé litiny. U vozů s nekovovými brzd. špalíky je vždy v poloze prázdný		Pokud je přestavný kohout v poloze D, působí brzda pomalu, proto musí být na všech regionálních a celostátních tratích kohout přestaven v poloze K a to bez ohledu na skutečnou délku vlaku

Řazení vozů			
Skupina převázaných vozů smí být řazena pouze do čela vlaku	Zařazovat tyto vozy do vlaků os. dopravy je zakázáno	Vozy se samočinným spřáhlem smí tvořit skupinu max. 12 vozů (se zapnutou průb. Brzdou), na začátku a konci skupiny jsou vozy spojovací s vypnutou průb. brzdou	U těchto vozů, není na skříní uvedena brzdicí váha, ta se stanovuje výpočtem z následujícího vzorce : Bv=0,8*Q Výsledek se zaokrouhlí na celé číslo
U vozů bez vyznačené hodnoty brzdicí váhy se brzdicí váha u vozů s přestavovačem v poloze prázdný rovná 12 t, v poloze ložený 24 t	Skupina těchto vozů smí být řazena pouze do čela vlaku, průběžná brzda musí být zapnuta. U jednoho z vozů v této skupině může být vypnuta pokud nelze vůz zařadit na konec vlaku	Ve vlaku smí být zařazeno nanejvýš 30 těchto vozů a nezbytný počet spojovacích vozů, jiné vozy zde nesmí být zařazeny	Pokud se ve vlaku vyskytuje vůz s brzdou konstrukce typu 292 ,musí být dodrženy tyto podmínky: 1) Ve vlaku smějí být pouze podvozkové vozy se značkou RIC nebo s brzdami DK-P a DK-PR; 2) nesmí být žádné vozidlo brzděno v režimu R nebo G; 3) nejvyšší stanovená rychlost vlaku je 110 km/h; 4) HV nesmí mít zapnuto zařízení ARR; 5) pokud se na voze nachází brzdič ŠKODA N/O, musí být nastaven v poloze O; 6) není povoleno stupňovité odbrzdňování; pokud je potřeba brzdit opakovaně, musí se tlak v HP snížit o 0,3 bar více, než bylo jeho snížení při předchozím brzdění.
	Na konci vlaku smí být zařazeny max. 3 vozy s vypnutou průb. brzdou, ale u spoj. vozidel musí být průb. brzda účinkující a zapnutá		
	V nákl. vlaku smí být zařazeno max. 12 jakkoliv ložených a 16 prázdných vozů nesplňujících předpisy UIC, mohou tvořit skupinu max. 12 vozů na jejíž koncích jsou zařazeny spojovací vozy. Převázané vozy s nebezpečným zbožím smí tvořit skupinu max. 6 vozů		
	Jsou-li v přední části vlaku zařazeny více než 4 nevyhovující vozy, musí být provoz. tlak průb. brzdy nastaven na 5,3 bar. Strojvedoucí musí počítat s tím, že brzdy těchto vozů reagují znatelně pomaleji. Jsou-li tyto vozy zařazeny na konci vlaku s vypnutou průb. brzdou, je tlak v průb. potrubí 5 bar.		

Hodnoty tlaků a využití ručních brzd					
Při brzdění nesmí být tlak vyjma případů nebezpečí snížen o více než 1,5 bar		Při brzdění nesmí být tlak vyjma případů nebezpečí snížen o více než 1,5 bar		Při brzdění nesmí být tlak vyjma případů nebezpečí snížen o více než 1,5 bar	
První brzd. stupeň musí být u převázaných vozů zaveden snížením tlaku v HP o 0,5 až 0,6 bar, pro každý další stupeň musí být tlak v HP snížen o 0,2 až 0,3 bar				První brzd. stupeň musí být u převázaných vozů zaveden snížením tlaku v HP o 0,5 až 0,6 bar, pro každý další stupeň musí být tlak v HP snížen o 0,2 až 0,3 bar	
Při zkoušce těsnosti je u vlaku do 100 náprav dovol. netěsnost 0,5 bar/2 min a u vlaku s více než 100 nápravami je dovol. netěsnost 1 bar/2 min					
Je-li ve vlaku zapnuto více než 10 % průb. brzd stupňovitě nodbrzd'vatelných, nesmí být u tohoto vlaku zavedeno částečné brzdění					
Počet připadajících dvojkolí, které musí být bržděny ruční brzdou na každých 100 t dopravní hmotnosti:				Pokud tvoří vozy s brzdou konstrukce typu 292 méně, než pětinu celkového počtu vozů platí: Průběh zkoušky brzdy je stejný jako u vlaku bez těchto vozů, pokud dojde k nedolehnutí zdrží u některého vozu s touto brzdou opakuje se zkouška s tím, že na výzvu zaměstnance, který zkoušku provádí, sníží strojvedoucí tlak v HP o 0,6 bar, následně se kontrolují pouze zdrže u vozů s tímto typem brzdy; strojvedoucí musí počítat s tím, že pro dosažení prvního brzdícího stupně musí snížit tlak v HP o 0,6 bar, zatímco u ostatních vozů stačí snížení o 0,3 - 0,4 bar	
Počet připadajících dvojkolí, které musí být bržděny ruční brzdou na každých 100 t dopravní hmotnosti:				Pokud tvoří vozy s brzdou typu 292 více než pětinu všech vozů ve vlaku, platí podmínky: po sdělení určeného zaměstnance nastaví strojvedoucí tlak v HP na 5,2 bar; při brzdění na zkoušku sníží tlak v HP o 0,6 bar; při dalších brzdících stupních musí být tlak v HP snížen o 0,2 až 0,3 bar	
Počet dvojkolí	Sklon tratě [%]	Počet dvojkolí	Sklon tratě [%]	Před zahájením zkoušky brzdy ověří určený zaměstnanec složení soupravy vzhledem k poměru vozů s brzdou konstrukce typu 292 vůči ostatním vozům a následně oznámí strojvedoucímu určenou hodnotu provoz. Tlaku v HP	
1	0-12	1	12		
1,1	13	1,1	13		
1,2	14	1,2	14		
1,3	15	1,3	15		
1,4	16	1,4	16		
1,5	17	1,5	17		
1,6	18	1,6	18		
1,7	19	1,7	19		
1,8	20 a více	1,8	20 a více		